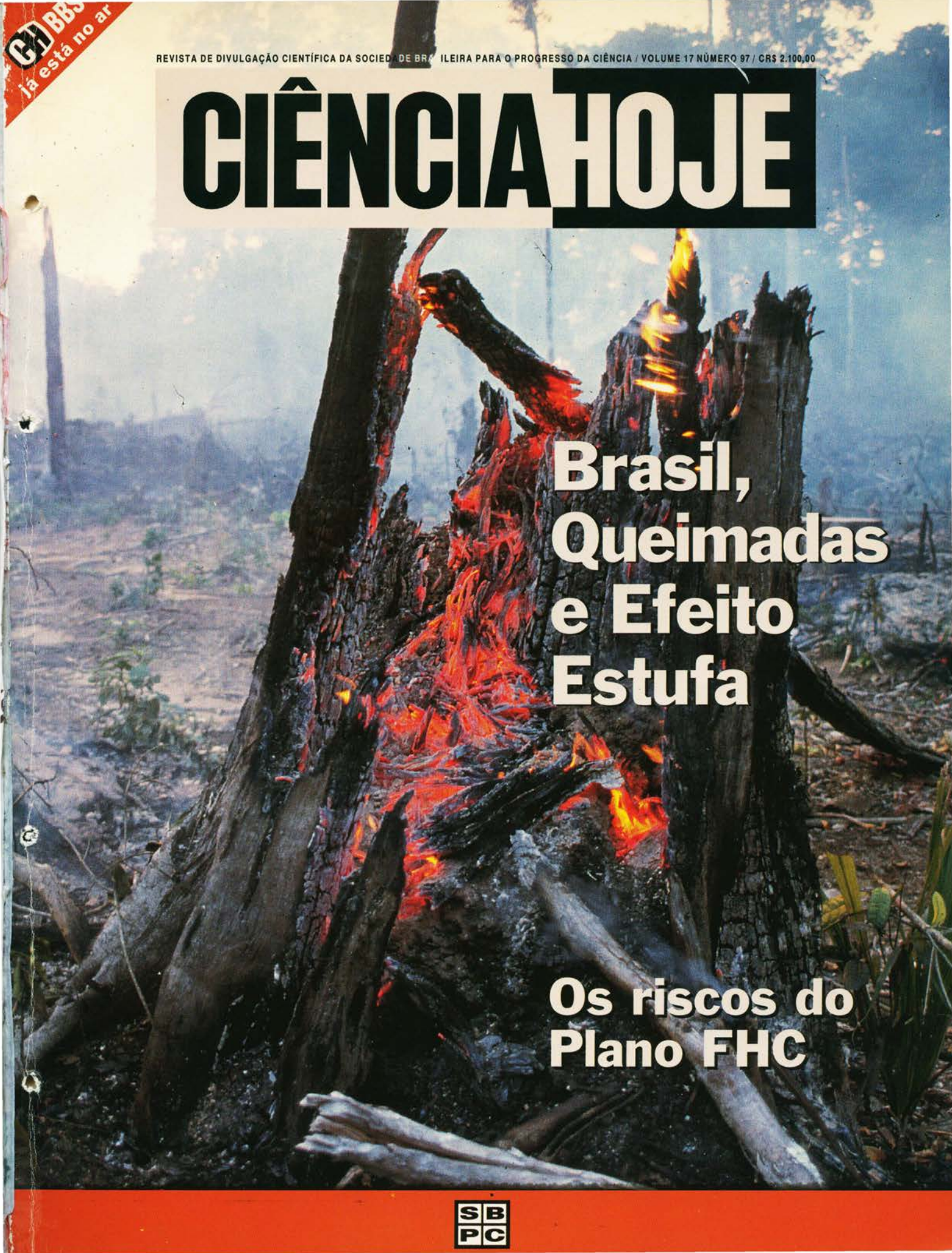


CD BB3
já está no ar

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 17 NÚMERO 97 / CRS 2.100,00

CIÊNCIA HOJE



**Brasil,
Queimadas
e Efeito
Estufa**

**Os riscos do
Plano FHC**

*A ciência e a FBB
tem algo em comum:
elas não são a solução,
são apenas o meio.*

*Mas sem um bom meio,
como chegar à solução?*

O debate sobre as terras indígenas

Este debate "escorrega com frequência para terreno pantanoso onde se fazem três afirmações sem fundamento: a de que 'é muita terra para pouco índio', a de que as reservas subtraem à exploração econômica riquezas importantes para o país e a de que põem em risco a soberania na faixa de fronteira", observa o ministro do Meio Ambiente e Amazônia Legal, Rubens Ricúpero, no excelente artigo "Brincando nos campos do Senhor" (*Jornal do Brasil*, 2/1/94).

Ele refuta cada uma das alegações:

1) "O critério quantitativo é no mínimo irônico no país do latifúndio por excelência, onde não são raros os donos de fazendas maiores que países europeus. E não se diga que os títulos destes últimos são mais legítimos, afirmação temerária quando se relembra como desde a Lei de Terras da Monarquia se legitimaram 'grilos' por este Brasil afora. A ter latifúndios que perpetuem as mazelas sociais, é preferível que sejam dos índios. Afinal, eles já estavam por aqui antes da chegada dos donatários e sua capitania abarcava do Oiapoque ao Chuí, sem que para isso fossem necessárias sesmarias reais ou a compra de bulas a bom preço. Ou acaso alguém acredita que, se as reservas acabassem, essas áreas iriam ser distribuídas aos lavradores sem terras?"

2) "Nada impede na Constituição que se explorem os recursos naturais das reservas com participação dos índios nos benefícios. O que falta é votar no Congresso a legislação que discipline a exploração clandestina que hoje se faz sem controle (como no caso do mogno)."

3) "Quanto à soberania, a lei sempre previu a hipótese de intervenção nas reservas em caso de ameaça (jamais verificada na prática). E com a experiência de ex-chefe da Divisão de Fronteiras do Itamarati, posso atestar que nunca tivemos o menor problema com as reservas para os trabalhos demarcatórios."

Para o ministro, o princípio e o tamanho em si das reservas não podem ser questionados, mas o processo de sua definição pode. Ele argumenta: "É perfeitamente legítimo examinar se este processo é isento e objetivo, se os critérios são transparentes e controláveis, se oferece a todos os interessados garantia de audiência e possibilidade de recurso, se cabe ou não aperfeiçoá-lo. É dentro desses parâmetros de racionalidade e equilíbrio que o debate acerca das terras indígenas deve ser conduzido e decidido."

Ricúpero conclui assumindo posição filosófica, que descarta qualquer imediatismo político: "Um Brasil em que os índios não tivessem um lugar estaria longe de poder realizar-se como Nação, e não porque fôssemos sofrer pressões crescentes por isto, mas porque estaríamos renegando nossos valores éticos, nossa própria razão de ser. Após cinco séculos de sofrimento, não é demais esperar que se dê ao índio a possibilidade de escolher livremente seu destino e de dizer-nos, se quiser: 'Quero ser como você, sem deixar de ser o que sou.'"

Bela e oportuna defesa do legítimo direito à autodeterminação dos povos que habitam o território brasileiro desde muito antes da chegada dos europeus.

Grave falha do Congresso

É difícil, senão impossível, justificar a tramitação extremamente morosa pelo Congresso Nacional de tratados internacionais da maior relevância para o Brasil. Entre estes instrumentos estão a Convenção da Biodiversidade, assinada por 167 dos 170 países que participaram da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), a Convenção sobre Mudanças Climáticas, também de 1992, o Acordo Quadripartite Brasil-Argentina, Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC) e Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), de 1992, e as emendas ao Tratado de Tlatelolco de Proscrição das Armas Nucleares na América Latina, de 1967.

São inestimáveis os prejuízos políticos, financeiros e tecnológicos desta inexplicável lentidão. Os parlamentares brasileiros parecem ignorar a dinâmica do mundo contemporâneo e a necessidade cada vez mais intensa de cooperação e de claros compromissos internacionais em áreas estratégicas.

Urge que a Câmara dos Deputados e o Senado da República se habilitem plenamente a cumprir com a devida urgência e eficiência seus deveres constitucionais no campo das relações internacionais.

Autonomia universitária

As três universidades estaduais de São Paulo (USP, Unesp e Unicamp) estão empenhadas em lograr, neste ano de 1994, a transformação em lei complementar do decreto de 1989, que lhes concedeu autonomia de gestão financeira. Os frutos da autonomia universitária são generosos, como demonstrou o reitor da Unicamp, Carlos Vogt, em recente artigo (*Folha de S. Paulo*, 5/1/94). Não por acaso, o reitor da Universidade de Brasília (UnB), João Cláudio Todorov, fez questão de manifestar imediato apoio a Vogt e torcer abertamente "para que as universidades federais de todo o país se mirem no sucesso das estaduais de São Paulo". Merece elogio, neste sentido, a decisão do Governo fluminense de sancionar, em 30 de dezembro de 1993, a lei que atribui autonomia à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) e à Universidade Estadual do Norte-Fluminense (Uenf). Ambas não precisam mais de autorização da Secretaria Estadual de Planejamento para usar as verbas que capturem junto à iniciativa privada ou instituições públicas e estrangeiras.



EDITORIAL

CARTAS

AGENDA

UM MUNDO DE CIÊNCIA

O físico argentino Juan Roederer, presidente da Comissão de Pesquisas Árticas dos EUA, de 1987 a 1991, fala das relações entre os EUA e a Rússia pós-Guerra Fria, da política para o Ártico, entre outras coisas. Por Micheline Nussenzveig e Cássio Leite Vieira.

TOME CIÊNCIA

O estudo das cores das asas de borboletas, muitas vezes considerado pouco útil ou mesmo como divertimento, criou fundamentos para grandes progressos na medicina e na biologia molecular. Por Luiz Gouvêa Labouriau.

Entre as abundantes madeiras tropicais, o cedro foi a mais usada em obras para o interior de igrejas em toda a América Latina. Dócil e aromática tornou-se a predileta dos artesãos do 'século do ouro'. Por Pedro L.B. Lisboa.

A complexa arquitetura das bromélias-tanque permite a associação de uma comunidade de organismos que nela encontram abrigo e água, elemento essencial para a sua sobrevivência. Por Maria Gabriella N. de Oliveira, Carlos F. D. da Rocha e Theresa Bagnall.

OPINIÃO

Análise do plano do ministro da Fazenda, Fernando Henrique Cardoso, que galvaniza hoje as atenções de todo o país e que tem um objetivo para lá de ambicioso: criar condições para uma queda abrupta da inflação. Por Caio César Lock Prates da Silveira.



1 O efeito estufa e a queima de combustíveis fósseis no Brasil

26

4 Luiz Pinguelli Rosa e José Cesário Cecchi

6 A geração de energia no Brasil polui pouco, mas as queimadas na Amazônia são responsáveis pela intensificação do efeito estufa e a poluição deve ser considerada nas discussões sobre o planejamento energético do país.

Professor secundário: profissão em crise

36

Helena Bomeny

12 Nas faculdades, os cursos de licenciatura esvaziam-se a cada ano. A visão que a comunidade acadêmica tem deles é negativa. Os futuros professores aprendem como ensinar, mas não o que ensinar. É hora de repensar a Reforma Universitária de 1968.

O destino das estrelas

42

José P. S. Lemos

As estrelas podem parecer eternas, mas não são. Elas nascem, vivem e morrem. Pela força da gravidade podem explodir em supernovas, podem tornar-se minúsculas e continuar sua transformação, até que os conceitos de espaço e tempo não sejam mais válidos.





PERFIL

Roberto Miguel Klein dedicou sua vida à botânica e à ecologia, sendo homenageado com o nome de muitas espécies botânicas novas. Organizou com o Padre Raulino Reitz um dos mais completos levantamentos do mundo, a Flora Ilustrada Catarinense.

É BOM SABER

O envelhecimento populacional começou nos países desenvolvidos. Hoje, mais da metade da população mundial com idade acima de 65 anos vive no Terceiro Mundo, e de 1980 até o ano 2000 o crescimento do número de idosos deve ser de 236%. Por Elza Maria de Souza e Alexandre Kalache.

As redes eletrônicas de comunicação, que há dez anos estavam restritas ao meio acadêmico, hoje são freqüentadas por milhões de pessoas. Por Jesus de Paula Assis.

Um estudo sobre o ciclo de atividades da tucandeira, formiga-gigante temida em toda a região amazônica, e usada em rituais indígenas de iniciação e teste de virilidade. Por Maria Clara da Silva-Forsberg.

Capa Foto Claus C. Meyer/
Agência Tyba.



54 CIÊNCIA E M DIA

74

Pesquisa da Universidade de Brasília mostra que o óleo da castanha de caju pode ser matéria-prima para a síntese de uma substância que atua contra a leucemia. Por Margareth Marmori.

A arqueóloga pernambucana desenvolveu nova técnica de escavação arqueológica, usada no sítio histórico de Toca do Baixão do Perna, no sertão do Piauí. Por Jorge Costa.

64

Centros brasileiros de pesquisa pesqueira desenvolvem novas tecnologias para minimizar a captura de espécies presas por acidente nas redes de arrastão. Por Cristina Müller.

Pesquisadores da UFMG investigam se ocorre ou não morte celular em lesão cerebral causada por álcool, para verificar se há chances de reversão do processo neurodegenerativo após a abstinência. Por Marise Muniz.

Simpósio realizado pelo Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense debateu os principais tópicos da geoquímica tropical. Por Luisa Massarani.

Pesquisadores da Universidade de Brasília estudam a lobeira, arbusto comum no cerrado, que poderá ser fonte de matéria-prima para a produção de medicamentos. Por Margareth Marmori.

Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ desenvolve braço mecânico inteligente, que poderá auxiliar o homem a realizar tarefas em ambientes hostis. Por Luisa Massarani.

Pesquisador do Instituto Militar de Engenharia mostra que índices de aprovação de escolas públicas no vestibular supera os da rede privada.

No Brasil, os 40 anos da descoberta da dupla hélice do ADN foram lembrados em um simpósio no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. Por Roberto Barros de Carvalho.

Pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, e da Fundação Ezequiel Dias, em Minas Gerais, isolaram uma substância presente na cascavel que anula o efeito de seu próprio veneno.

Cobertura do 1º Simpósio Internacional sobre a Química da Amazônia, realizado de 21 a 25 de novembro, em Manaus. Por Luisa Massarani.

Clube de ciências

Tendo em vista a grande circulação desta excelente publicação que é *Ciência Hoje*, da qual sou leitor assíduo, gostaria de divulgar o endereço do nosso Clube de Intercâmbio Cultural Científico, para que as pessoas que também gostam desses assuntos possam nos contatar para maiores informações. O endereço do clube é: Rua Jacuí 335, Bairro Princesa Isabel, CEP 94940-140, Cachoeirinha, Rio Grande do Sul.
Ismael Oliveira, Cachoeirinha (RS).

Tartarugas epiléticas

O artigo 'Tartarugas epiléticas', publicado em *Ciência Hoje* nº 94, p. 92, comete uma injustiça ao não dar créditos ao Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) de Montevideo, Uruguai, e ao Prof. Julio Velluti. O trabalho no qual se baseia essa reportagem foi realizado por mim no IIBCE, sob a orientação do Dr. Velluti, como tese de doutorado ao Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Fisiologia), do Departamento de Fisiologia da UFRGS e contou com o apoio da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e do CNPq, através de 'bolsa sanduíche'. Embora na conferência apresentada em Caxambu os dados acima tenham sido mencionados, isso escapou ao repórter, e deve ser corrigido. Também nessa

conferência foram apresentados dados de outros colegas do IIBCE (Prof. Garcia Austt e Julio Velluti, Raul Russo e Gabriela Guillermo), que há alguns anos vêm trabalhando com cérebro isolado *in vitro* da tartaruga *Chrysemis dorsibigni*.

Jaderson Costa da Costa, Instituto de Biociências e Faculdade de Medicina, UFRGS, Porto Alegre.

No lugar certo

No interessante número de *Ciência Hoje* dedicado ao paleoclima da Amazônia (vol. 16, nº 93), o Prof. Aziz Ab'Sáber, no seu artigo de abertura, dá uma informação que não é verdadeira. Na página 2, ele escreve que faço parte do grupo de pesquisadores chefiado por T. Van der Hammen. Eu estaria muito honrada em ser uma estudante do Dr. Van der Hammen, a quem muito admiro, mas não é assim. Nunca fui sua aluna, nem faço parte do grupo de pesquisas por ele criado.

A minha formação científica se deve ao meu marido, Luiz F. G. Laboriau, e sob sua orientação colaborei em alguns trabalhos de sua equipe sobre fisiologia ecológica dos cerrados, nos anos 60. Ao mesmo tempo, dediquei-me ao estudo da morfologia do pólen, sob a orientação do grande palinologista Gunnard Erdtman, a quem remetia os desenhos e descrições de pólen que fazia, e ele comentava,

criticava e me enviava um grande número de literatura sobre o assunto. Isto nos anos 60. Criei o Laboratório de Palinologia do Instituto de Botânica de São Paulo, montei uma palinoteca de espécies de cerrado e provi a biblioteca daquela instituição, sob a orientação do Dr. Erdtman, de publicações relevantes de palinologia, que devem estar lá até hoje. Treinei muitos pesquisadores brasileiros e com eles publiquei a série *Pollen Grains of Plants of the Cerrado*, que consta de 27 artigos e um livro publicado pela Academia Brasileira de Ciências. Em 1969, fui perseguida e tirada do Instituto. Uma das minhas estudantes, Therezinha Melhem, passou a chefiar, daí por diante, o laboratório.

Comecei a trabalhar na Universidade de Brasília em 1970 e dali combinei com o Dr. Van der Hammen iniciarmos, em colaboração, o estudo paleoecológico dos cerrados. Esse projeto não se concretizou porque sofri outra perseguição política e fui obrigada a sair do Brasil.

Iniciando meus trabalhos na Venezuela, criei um laboratório de palinologia e paleoecologia e, em colaboração com Carlos Schubert (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, IVIC), com R. Yuretich e R. Bradley (Universidade de Massachusetts) e com dois jovens pesquisadores venezuelanos, argentinos, espanhóis e americanos,

desenvolvi as pesquisas de reconstrução da vegetação e do clima do passado nos Andes venezuelanos e nos lagos de Valencia e Tepuyes, também em território venezuelano. Esses trabalhos foram possíveis graças à colaboração de um geólogo com bases sólidas, Carlos Schubert, e às técnicas de preparação de sedimentos que aprendi no laboratório de palinologia da Shell, em Caracas. Ao todo, foram publicados sobre palinologia, paleoecologia e paleoclima da Venezuela 33 trabalhos, seis capítulos de livros e dois livros.

Em 1988 voltei a trabalhar no Brasil, na Universidade de Brasília, graças à anistia dada pelo então Presidente, José Sarney, e ao empenho do Decano de Pesquisas da UnB, Isaac Roitman, do Reitor da UnB, Christovan Buarque, e do Ministro de Ciência e Tecnologia, Renato Archer. A partir daí, estou montando um novo laboratório para o estudo da palinologia, paleoecologia e paleoclimatologia da região dos cerrados. Dois trabalhos já foram terminados (Cromínia, em Goiás, e Lagoa Santa, em Minas Gerais) e um está em andamento, em colaboração com estudantes de pós-graduação da UnB e da UFMG. Esses trabalhos reiniciam os estudos da história ecológica e climatológica dos cerrados que haviam sido interrompidos 20 anos atrás.

Como se pode verificar,

nunca trabalhei com material da Amazônia, nem colaborei na equipe do Dr. Van der Hammen. A única vez que nossos caminhos se cruzaram, foram separados pela perseguição política que eu e muitos outros sofremos no início da década de 70. Admiro e respeito o Dr. Van der Hammen e o gigantesco trabalho que ele dirigiu e dirige sobre o Quaternário dos Andes colombianos e outras regiões da Colômbia, Suriname e Amazônia brasileira, e estou pronta a colaborar com sua equipe, sempre que possível.

*Maria Léa Salgado-Laboriau,
Instituto de Geociências,
Universidade de Brasília.*

Mais geologia

Sou assinante e leitor de *Ciência Hoje* (além de

membro da SBPC), revista que admiro cada vez mais. No entanto, tenho verificado que algumas ciências não costumam ser abordadas pela revista, como por exemplo a geologia e seus 'derivados' (geotecnia, geofísica, geoestatística etc.). Sou engenheiro de minas e, certamente por isso, me interessará muito que *Ciência Hoje* também trate dessas matérias.

Tenho também verificado que a grande maioria dos autores dos artigos publicados é de professores e/ou pesquisadores universitários. Não encontro em lugar algum da revista informações para submeter à sua apreciação artigos para publicação (caso sejam aprovados). Fui durante mais de 10 anos, até maio de

1990, professor da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e guardo comigo alguns textos inéditos, da minha especialidade científica, que gostaria de ver publicados. Como fazer isso em *Ciência Hoje*? Finalmente, apresento a sugestão de tema para ser publicado no suplemento *Tecnologia*, que é 'Avaliação de reservas minerais'. (...)

*Jorge Manuel da Gama Pinto
Valente, Belo Horizonte.*

• Vamos lhe enviar pelo correio as instruções para apresentação de artigos à revista. Agradecemos suas palavras e sugestões.

Errata

Em relação ao nº 97 de *Ciência Hoje*, fazemos as seguintes correções:

p. 38 – No primeiro parágrafo

da segunda coluna, houve um truncamento no texto. A frase correta é: "As oscilações penetram no avião através de aberturas na estrutura, como as janelas, e os campos eletromagnéticos associados a tais correntes podem causar interferências nos circuitos de computador de baixa voltagem que controlam a aeronave, causando pane momentânea".

p. 62 – Os dados da tabela foram fornecidos por Amadeu Cruz, do Laboratório de Psicofarmacologia Social da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e não da UFRJ.

p. 64 – A foto do granuloma artificial é de Parra *et alii*, *J. of Immunol.* (1991). A foto da localidade de Divino das Traíras (MG) foi cedida por Giovanni Gazzibelli.

INFORMAÇÕES DO IBGE NO SEU MICROCOMPUTADOR



O IBGE está lançando o mais novo serviço de consulta on line ao seu banco de dados, o **SIDRA II**. O Sistema IBGE de Recuperação Automática de Dados - **SIDRA II**, oferece ao público em geral, por intermédio de terminais de vídeo e teleimpressores, informações estatísticas e geocientíficas em nível municipal, estadual, regional e nacional.

O público-alvo do **SIDRA II** é: *empresas industriais, comerciais e de serviços*, sabidamente carentes de informações estruturais para subsidiar seus processos de tomada de decisão. Neste caso, também se encaixam *prefeituras, instituições de pesquisas, associações de classe e profissionais liberais*, entre outros clientes.

Com o lançamento do **SIDRA II**, estarão ao alcance dos usuários, no menor tempo possível, dados do Censo Demográfico de 1991, além de diversas informações sobre posição, extensão e divisão territorial, recursos

naturais e meio ambiente. E mais: vão estar disponíveis, também, estatísticas conjunturais como as séries históricas de taxas de desemprego, índices de preços ao consumidor (IPCA, INPC, IPCA-E, INPC-E, quadrissemanal), índices de custos e preços da construção civil, produção industrial, Produto Interno Bruto, etc. Para isso, o usuário só terá que selecionar o assunto ou a unidade territorial desejada, entre opções de fácil atendimento.

Para credenciamento no **SIDRA II**, a preço bastante acessível, os interessados devem procurar o Centro de Documentação e Disseminação de Informações do IBGE, na Rua General Canabarro, 666, telefone (021)284-0402, fax (021)234-6189.

A partir de fevereiro, segundo o presidente do IBGE, Sílvio Augusto Minciotti, os usuários já credenciados poderão usar sua senha para acessar todas as milhares de informações que o IBGE tem sobre o Brasil.

Neste ano, o IBGE vai lançar mais três produtos: Regiões de Influência das Cidades, Informações Censitárias por bairro/setor censitário e Informações Básicas Municipais. Outros produtos estão sendo preparados para comercialização, a partir do segundo trimestre.



CIÊNCIA & TECNOLOGIA

PRINCIPAIS

5ª Conferência Regional da União Internacional de Prevenção da Poluição do Ar (luappa) e Associações Promotoras do Meio Ambiente e Feira Interamericana de Equipamentos Ambientais, Energéticos e de Defesa Civil – De 28 de fevereiro a 4 de março, em S. Paulo, SP. Promoção da luappa e Associação Brasileira de Ecologia e de Prevenção à Poluição do Ar (Abepolar). Tema: A problemática ambiental dos países latino-americanos em desenvolvimento. Evento comemorativo do centenário da Escola Politécnica da USP. Fones: (011) 65-5744 e 65-3893.

30º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical – De 6 a 11 de março, em Salvador, Bahia. Apoio do Governo da Bahia, Secretaria da Saúde/Hospital Couto Maia. Patrocínio da Mepha. Tema: Perspectivas de controle das patologias tropicais no Brasil. Fone: (071) 247-2727 e 235-2284. Fax: (071) 245-5633.

Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação (Conslad) – De 7 a 11 de março, em Fortaleza, Ceará. Organização da Fundação Grupo Esquel do Brasil. Apoio do Governo do Ceará, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Banco do Nordeste do Brasil. Fone: (061) 322-2062. Fax: (061) 322-1063.

Encontro Nacional dos Biólogos (1º Sembló) – De 9 a 11 de março, na Universidade do Rio de Janeiro (UNIRIO), no Rio de Janeiro, RJ. Tema: A biologia e a década de 90 - saúde e meio ambiente. Organização: Conselho Regional de Biologia. Fones: (021) 589-2910 e 589-3581.

4º Congresso Brasileiro de Jornalismo Científico – De 23 a 25 de março, no Instituto Agrônomo de Campinas, em Campinas,

SP. Organização da Associação Brasileira de Jornalismo Científico (ABJC). Apoio e realização do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Tema: O século XXI e os desafios emergentes para o jornalismo especializado em C&T. Fone: (0123) 41-8977 r. 202 e 303. Fax: (0123) 21-8743.

19ª Reunião Bianual da Associação Brasileira de Antropologia - ABA – De 27 a 30 de março da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, RJ. Fone: (021) 719-4194. Fax: (021) 717-4553.

Simpósio Internacional sobre Café Adensado – De 28 de março a 1º de abril, em Londrina, Paraná. Promoção do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar). Fone: (043) 326-1525. Fax: (043) 326-7868.

3ª Conferência Interamericana de Ensino de Engenharia e Tecnologia - Intertech'94 – De 3 a 7 de abril, no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Rio de Janeiro, RJ. Organização do Centro de Tecnologia da UFRJ. Temas: Educação em engenharia e tecnologia: cooperação entre nações e instituições; Projetos interamericanos para transferência de tecnologia; Integração universidade-empresa; Novas tendências na educação continuada em engenharia e tecnologia nas Américas. Fone: (021) 240-8026. Fax: (021) 240-4777.

1º Congresso Brasileiro de Ciências Ambientais – De 6 a 8 de abril, no Rio de Janeiro, RJ. Temas: Planejamento e gestão; Tecnologia; Direito e legislação; Educação; Gerenciamento dos recursos naturais; Avaliação

de impacto; Perícia e auditoria; Custos e economia. Promoção da Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e Programa de Análise de Gestão Ambiental do Instituto de Biologia (Pangea/UFRJ). Apoio do Fórum de Ciência e Cultura (UFRJ). Inscrições de trabalhos abertas. Fone: (021) 270-9995. Telefax: (021) 290-6626.

VII Reunião Regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC – De 10 a 14 de abril, na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. Tema: O cerrado e o século XX. Organizadores: Jacob Palis Jr., Aldo Malavazi e Warwick Kerr. Fone: (034) 235-0355.

XVI Reunião Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares – De 18 a 20 de abril, na Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, RJ. Organização do Instituto de Biologia da UFF. Tema: Biodiversidade e quimiodiversidade na evolução. Evento paralelo: III Jornada de Iniciação Científica em Biodiversidade. Fones: (021) 719-3100 e 717-8080 r. 266.

II Workshop sobre Telemetria e Sensoriamento Remoto com Aplicações em Hidrologia e Meteorologia – De 2 a 4 de maio, em Curitiba, Paraná. Promoção do Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar). Fone: (041) 366-2020. Fax: (041) 266-5822 (Marcos L. Pessoa).

23ª Reunião da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq) – De 14 a 17 de maio, em Caxambu, MG. Inscrição de

resumos de trabalhos para apresentação até 7 de fevereiro. Fone/fax: (011) 815-5798.

12º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores – De 16 a 20 de maio, em Curitiba, Paraná. Promoção da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e Laboratório de Redes de Computadores (Larc). Organização do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet/PR) e Centro Internacional de Tecnologia do Software (Cits). Fone: (041) 322-4544 r. 180. Fax: (041) 224-5170.

1º Congresso Brasileiro de Análise Ambiental e Fórum Nacional: Política Ambiental para o Próximo Governo: Presidenciais e Governantes – De 23 a 27 de maio, no Centro Cultural Roberto Palmari, em Rio Claro, SP. Organização do Centro de Estudos Ambientais do Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Apoio: Unesp, Secretaria do Meio Ambiente de SP e outras entidades. Fone: (0195) 34-7298. Fax: (0195) 34-8250.

17ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e VII Simpósio Nacional de Química Inorgânica – De 24 a 27 de maio, em Caxambu, MG. Promoção da SBQ. Os resumos de comunicações científicas devem ser enviados até 9 de fevereiro. Fone: (011) 210-2299. Fax: (011) 814-3602.

17º Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada – De 7 a 11 de junho, em Caxambu, MG. Promoção da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Inscrição de trabalhos até 10 de março. Fones: (011) 818-6922 e

815-5599.

9º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação em Letras e Linguística (Anpoll) – De 12 a 16 de junho, em Caxambu, MG. Apoio do CNPq e Finep. Fone: (061) 273-0255.

4º Congresso de Saúde Coletiva – De 19 a 23 de junho, em Recife, Pernambuco. Patrocínio da Associação Brasileira de Pós-graduação em Saúde Coletiva (Abrasco). Evento paralelo: Feira de Saúde do Nordeste. Informações na Abrasco, rua Leopoldo Bulhões, 1480, sala 226, CEP 21041-210, Rio de Janeiro, RJ.

4º Seminário Nacional de Polos, Parques e Incubadoras – Em 30 de junho e 1º de julho, em Florianópolis, Santa Catarina. Promoção da Associação Nacional das Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (Anprotec). Evento paralelo: Reunião Anual da Anprotec. Fone: (0482) 34-3000. Fax: (0482) 34-1514.

1º Encontro de Botânicos da Seccional Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo – Programado para julho, em Viçosa, MG. Promoção da Sociedade de Botânica do Brasil. Informações no Departamento de Biologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), na av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, CEP 29040-090, Vitória, ES.

I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais e I Encontro sobre Sistemas Agroflorestais nos Países do Mercosul – De 3 a 7 de julho, em Porto Velho, Rondônia. Organização da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

TECNOLOGIA 1994

EVENTOS

Organização:
MARINA LEMLE E
LEONARDO CANDIOTA

1758, CEP 12201-970, São José dos Campos, SP. Fones: (0123) 22-9816 e 41-8977. Fax: (0123) 21-8543 e 22-9325.

(Embrapa), através do Centro Nacional de Pesquisas de Florestas e do Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Tema: Sistemas agroflorestais no desenvolvimento sustentável. Fone: (041) 359-1313. Fax: (041) 359-2276.

46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC - De 17 a 22 de julho, na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Vitória, Espírito Santo. Tema: A ética e a consolidação da democracia. Fones: (011) 214-2879, 34-7998 e 255-8175. Fax: (011) 36-1002.

5º Congresso Brasileiro de Geógrafos - De 17 a 22 de julho, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, Paraná. Organização da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Fone: (041) 267-7897.

II Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática (Cibem) - De 17 a 22 de julho, em Blumenau, Santa Catarina. Promoção da Universidade Regional de Blumenau (Furb) e da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (Sbem). Fone: (0473) 26-8288. Fax: (0473) 22-8818.

XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - De 18 a 22 de julho, em Campinas, SP. Promoção da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola e da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Os resumos para apresentação de trabalhos devem ser enviados até 28 de fevereiro. Fones: (0192) 39-3763 e 39-8605. Fax: (0192) 39-4717.

Conferência Internacional

sobre História e Pedagogia da Matemática - De 25 a 27 de julho, em Blumenau, Santa Catarina. Promoção do International Group Study on Relations Between History and Pedagogy of Mathematics. Apoio do Seminário Nacional de História da Matemática. Fone: (0473) 26-8288. Fax: (0473) 22-8818.

III Jornada Brasileira de Ressonância Magnética Nuclear - Em 1 e 2 de agosto, em São Carlos, SP. Promoção da Associação de Usuários de Ressonância Magnética Nuclear. Apoio do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Temas: Técnicas modernas para elucidação estrutural; RMN aplicado a polímeros utilizando seqüências de pulsos e novos experimentos nos estados líquido e sólido. Resumos de trabalhos para apresentação até 30 de abril. Prêmio para o melhor trabalho de pós-graduação. Fones: (021) 598-6171 e 598-6172 (Sonia Maria C. de Menezes).

27º Congresso Brasileiro de Fitopatologia - De 15 a 19 de agosto, em Itajaí, Santa Catarina. Patrocínio da Empresa Brasileira de Agropecuária (Embrapa). Fones: (0473) 44-4072 e 44-3677.

Congresso Mundial de Física Médica e Engenharia Biomédica - De 21 a 26 de agosto, no Rio de Janeiro, RJ. Eventos: X Conferência Internacional em Física Médica, XVII Conferência Internacional em Engenharia Médica e Biológica, II Fórum Nacional de C&T em Saúde, V Congresso Brasileiro de Físicos na Medicina, XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica e II Congresso Argentino de Bioengenharia e Física

Médica. Patrocinado pela Associação Brasileira de Físicos em Medicina (ABFM) e Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB). Sob os auspícios da International Union for Physical and Engineering Sciences in Medicine, International Organization for Medical Physics e International Federation for Medical and Biological Engineering. Fone: (021) 280-8832 r. 418 ou 451 (Profs. João Carlos Machado ou Jurandir Nadal).

Simpósio Internacional de Telecomunicações (ITS) - De 22 a 25 de agosto, no Rio de Janeiro, RJ. Promoção da Sociedade Brasileira de Telecomunicações e IEEE Communications Society. Fone: (021) 529-9384. Fax: (021) 294-5748 (Dr. Abraham Alcaim).

9ª Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental - Fesbe - De 24 a 27 de agosto, em Caxambu, MG. Promoção da Fesbe. Inscrição de trabalhos até 19 de março. Fones: (011) 814-8266 e 818-7369. Fax: (011) 212-7216.

III Fórum de Educação Ambiental - De 24 a 27 de agosto, na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), em São Paulo, SP. Promoção: Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, PUC/SP e muitas outras entidades. Tema: Cidadania terrestre: escalas locais e global. Fones: (011) 818-3901 e 815-0163.

18ª Reunião Nordestina de Botânica - Programada para setembro, em Areia, Paraíba. Promoção da Sociedade Botânica do Brasil. Informações no Departamento de Sistemática e Ecologia,

CCEN, Campus 1, Caixa Postal 5065, CEP 58051-970, João Pessoa, Paraíba.

40º Congresso Nacional de Genética - De 2 a 5 de setembro, em Caxambu, MG. Promoção da Sociedade Brasileira de Genética (SBG). Esse ano, o congresso será em homenagem ao Dr. Alcides Carvalho. Inscrições de trabalhos até maio. Fone: (016) 633-1610 (Regina Célia).

1º Congresso Internacional da Associação Brasileira de Linguística - Abralín - De 6 a 11 de setembro, na Universidade Federal da Bahia (UFBA), em Salvador, Bahia. Promoção da Abralín. Fone: (071) 336-0790. Fax: (071) 336-8355.

10º Congresso Brasileiro de Engenharia Química - De 13 a 16 de setembro, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), em São Paulo, SP. Promoção da Associação Brasileira de Engenharia Química e Escola Politécnica da USP. Fone: (011) 818-5457. Fax: (011) 814-5909.

1º Encontro Sul-Americano da Sociedade de Química e Toxicologia Ambiental - De 18 a 23 de setembro, em Salvador, Bahia. Fone: (071) 247-3744. Fax: (071) 245-6909 e 378-3529.

7º Simpósio Internacional de Monitoramento Ambiental e Recursos Terrestres - Eco-Rio'94 - De 26 a 30 de setembro, no Rio de Janeiro, RJ. Promoção da Sociedade Internacional de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto - Comissão VII - Monitoramento Ambiental e de Recursos. Informações no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), av. dos Astronautas,

5º Congresso Brasileiro de Petróleo/Conexpo Arpel'94 - De 16 a 20 de outubro, no Rio de Janeiro, RJ. Promoção do Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP). Fone: (021) 532-1610. Fax: (021) 220-1596.

17ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação (Anped) - De 23 a 27 de outubro, em Caxambu, MG. Apoio do CNPq, Finep e Inep/MEC. Tema: Ética, ciência e educação. Inscrição de trabalhos até 13 de junho. Fone: (031) 448-5309. Fax: (031) 448-5300.

18º Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica - De 24 a 26 de outubro, em São Paulo, SP. Promoção do Programa de Administração em Ciência e Tecnologia da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo (FEA/USP). Apoio da Finep e Fapesp. Fones: (011) 211-4633 e 210-4640. Fax: (011) 814-0439 e 816-8044.

24º Congresso Brasileiro de Química - De 24 a 28 de outubro, em Porto Alegre, RS. Promoção da Associação Brasileira de Química (ABQ). Fone: (051) 225-9461.

Conferência Internacional sobre Física dos Plasmas - De 31 de outubro a 4 de novembro, em Foz do Iguaçu, Paraná. Patrocínio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Fone: (0123) 41-8977.

21ª Reunião Anual de Pesquisa Básica em Doença de Chagas - De 8 a 11 de novembro, em Caxambu, MG. Patrocínio da Fapesp e CNPq. Inscrições de trabalhos até agosto. Fone: (011) 576-4532.

O argentino a quem os americanos confiaram o Alasca



Quando o físico Juan Roederer deixou o clima temperado da Argentina, em 1967, rumo aos EUA, não imaginava que em 10 anos seu destino seria o frio do Alasca. O regime militar argentino fechou uma porta, mas a Universidade de Denver, no Colorado (EUA), abriu a primeira de muitas outras ao longo de sua carreira no exterior: uma vaga para professor titular, cargo em que permaneceu até 1977, quando se tornou diretor do conceituado Instituto de Geofísica da Universidade do Alasca, em Fairbanks. “Logo, descobrimos que era um lugar magnífico para se viver”, diz ele.

De 1985 a 1991, foi vice-presidente e presidente da Comissão para Pesquisas Árticas dos EUA. “Disseram-me que fui o único não republicano nomeado duas vezes por Reagan”, brinca Roederer. Atualmente, é professor emérito do Instituto de Geofísica e coordenador internacional do STEP (sigla, em inglês, para Programa de Energia Solar-Terrestre), que estuda o espaço entre o Sol e a Terra. Ocupa ainda vários cargos de chefia em comitês e comissões nos EUA.

Roederer pesquisa física espacial, psicoacústica e se envolve com política científica. Seu livro ‘Física e Psicofísica da Música’ está sendo traduzido pela Editora da Universidade de São Paulo. Em meio aos compromissos científicos, Roederer se dedicou com o mesmo entusiasmo ao órgão, instrumento que toca com destreza.

Ele fala aqui de sua carreira, da situação da física espacial, das relações EUA/Rússia pós-Guerra Fria, da migração de cientistas russos, da política para o Ártico, entre outras coisas. Entrevista concedida a Micheline Nussenzweig (*Ciência Hoje*/Rio de Janeiro) e Cássio Leite Vieira (*Ciência Hoje*/Rio de Janeiro).

Como um argentino foi parar no Alasca?

Primeiro, é preciso dizer como fui aos EUA; depois, ao Alasca. Em 1966, tive problemas com o governo militar argentino e optei por sair do país. No ano seguinte, aceitei um cargo de professor titular na Universidade de Denver, Colorado (EUA). Viajei com toda a minha família, inclusive meus pais, minha sogra e quatro filhos que estavam em idade escolar. Passei 10 anos no Colorado, trabalhando em física do espaço, que é o estudo do meio entre o Sol e a Terra. No Alasca, há um instituto muito famoso, o Instituto de Geofísica da Universidade do Alasca, em Fairbanks, fundado durante a Segunda Guerra Mundial. Já o conhecia bem desde os meus tempos na Argentina. Esse centro

estuda geofísica polar, mais especificamente auroras polares, denominadas *northern lights*, mas que também existem na Antártica. O Instituto de Geofísica, com grande número de pesquisadores e programas de pesquisa, abriu concurso para diretor. Um de seus diretores foi o pesquisador britânico Sidney Chapmann (1888-1970), pai da geofísica moderna. Bem, ganhei o concurso e, em 1977, nos mudamos para o Alasca. Portanto, a conexão com o Alasca é puramente científica, mas logo percebemos que era um lugar magnífico para se viver.

Como foi a transição de uma universidade argentina para uma norte-americana?

Respondo em poucas palavras. Na Universidade em Buenos Aires, mas

só em Buenos Aires, e mais especificamente na Faculdade de Ciências Exatas, houve um desenvolvimento formidável entre 1957 e 1966. Nesse período, ela se tornou um centro de pesquisa de nível internacional. Então, a transição para uma universidade norte-americana foi sem problemas. Inclusive, o nível dos alunos em Denver era mais baixo que na Faculdade de Ciências Exatas.

Passados quase 30 anos, quais as consequências dessa evasão de cérebros durante a ditadura militar na Argentina?

Obviamente, desastrosa. Não só para a física, mas para outras ciências. Estimamos que nos EUA há uns 100 mil profissionais argentinos. Se calcularmos quanto custaria formar cada um deles –

muitos ocupam hoje posições elevadas —, uma média muito conservadora seria US\$ 50 mil; com mais precisão, US\$ 100 mil. Portanto, são cerca de US\$ 10 bilhões que a Argentina 'doou' para os EUA. Sempre uso esse argumento com os norte-americanos quando me dizem que a América Latina sempre pede dinheiro. Respondo: é a oportunidade de devolver um pouco daquilo que nós já lhes demos.

Como o senhor chegou a diretor do Instituto de Geofísica?

Bem, o que buscavam no concurso era uma pessoa madura, um cientista sênior, com experiência em pelo menos uma das muitas áreas em que o instituto trabalha. Lá se pesquisa desde sismologia, vulcanologia, glaciologia, meteorologia até física solar, física da atmosfera e física espacial. Portanto, buscavam alguém que entendesse de alguns desses campos, mas que também tivesse um panorama geral da geofísica. Como estive muito metido em organizações internacionais, que se ocupavam de assuntos semelhantes, tinha boa experiência. Além disso, um pesquisador com visão internacional era interessante para eles.

O senhor coordena o STEP. Quais as linhas gerais desse programa?

Ele estuda o espaço entre o Sol e a Terra, formado por muitas partes como a fotosfera, a cromosfera, o vento solar, a magnetosfera, a ionosfera, entre outras. Tudo isso está acoplado e funciona como uma única coisa. O STEP estuda isso de uma forma integral, especialmente focalizando os problemas de interação das várias partes e a transferência de energia. Trata também de melhorar as previsões das perturbações que o Sol exerce sobre a Terra.

Que tipo de perturbações?

Há aplicações muito importantes, das quais a imprensa fala pouco, mas que explicam, por exemplo, os problemas que aconteceram aos satélites

durante as erupções solares ou a indução de correntes elétricas em redes de transmissão nos países nórdicos, o que causou cortes drásticos de luz. Outro exemplo: no Alasca, temos um oleoduto que vai de Prudhoe Bay a Valdez. São cerca de 1,3 mil km de extensão e o diâmetro da tubulação é de 1,2 metros. Temos agora problemas sérios de corrosão, causados por indução de correntes elétricas, que são, por sua vez, induzidas por correntes na ionosfera, até há pouco ignoradas. Como se vê, esse é um estudo aplicado muito importante.

Qual a importância desses estudos para as telecomunicações?

Nessa área, já se conhece bem os chamados *flares* solares, que produzem, por exemplo, *blackout* em transmissões de ondas curtas. Mas, hoje em dia, já não se usa tanto a onda curta. Porém, há problemas com a transmissão de dados via satélite, isto é, o que chamamos *high rate data transmission* (transferência de dados com alta taxa de transmissão). Efeitos de segunda ordem de perturbação da ionosfera produzem problemas com esse tipo de transmissão digital.

E o efeito das radiações solares sobre os astronautas?

Quando estão em órbita, os astronautas estão protegidos pelo campo magnético terrestre, especialmente dos prótons e dos elétrons emitidos pelo Sol, pelos *flares* solares. Mas, em 1988 e 1989, houve *flares* enormes, que produziram doses fatais de radiação. Caso houvesse astronautas, por exemplo, durante uma atividade extracurricular na Lua ou em viagem a Marte, essa radiação teria sido mortal.

Há pouco tivemos um aumento da atividade solar. O que se sabe sobre a influência das manchas solares sobre o clima?

Esse é um dos objetivos do STEP. É um tema controvertido. As manchas solares são estudadas e medidas desde Galileu. Durante séculos, nunca se

verificou nada estatisticamente. Muitos trabalhos foram feitos, mas todos sem valor estatístico. Nos últimos cinco ou seis anos, surgiram estudos detalhados, relacionando a temperatura média, por exemplo, em uma camada da atmosfera, com a atividade solar. O que se comprovou foi que no passado esses estudos sempre falharam, porque eram efeitos regionais.

Como assim?

A energia envolvida nessas trocas é mínima. É menos de 1 milionésimo

“Os humanos são o melhor exemplo: pode-se fazer cócegas em alguém, com muito pouca energia, e se obter um resultado macroscópico.”

da energia emitida pelo Sol sob a forma de radiação eletromagnética visível. A variação de energia durante um ciclo solar é muito pequena. Então, se pensava que uma variação pequena não causaria efeito sob o clima global. Mas o problema é que a atmosfera é um sistema ultracomplexo, comporta-se como um sistema não linear, isto é, uma pequena variação pode causar um grande distúrbio. Os humanos são o melhor exemplo: pode-se fazer cócegas em alguém, com muito pouca energia, e se obter um resultado macroscópico.

Alguns pesquisadores relacionam o efeito estufa com as mudanças da atividade solar. Essa tese hoje é comprovada ou ainda é polêmica?

Ainda é uma discussão científica. O Programa Mudança Global, ligado à ICSU, é o maior programa já organizado nessa área. Fui um de seus criadores, em meados da década de 80, com Thomas Malone e Herbert Friedman, da Academia de Ciências dos EUA. Seu objetivo é entender como responde o sistema atmosférico aos efeitos provocados pelo homem.

Mas, para isso, deve-se saber o que são efeitos naturais e como se distinguem dos efeitos humanos. O programa concentra-se principalmente na biosfera, pois ela participa ativamente na formação e em toda a dinâmica da atmosfera de uma forma muito maior do que se imaginou antes. Mas os extremistas – que eu chamo de ‘direita’, pois são politicamente de direita – dizem que tudo é natural, que não há preocupação com o dióxido de carbono, um dos prováveis responsáveis pelo efeito estufa.

“...é muito mais interessante o que se passa do ouvido para dentro do que do ouvido para fora!”

Já os extremistas de esquerda – científica e politicamente de esquerda – dizem que tudo, que toda a mudança na atmosfera, é de origem antropogênica. Sem dúvida, as mudanças são dos dois tipos, naturais e antropogênicas.

E o senhor, de que lado está?

Eu, como em política, estou no centro! Em física do sistema natural, tudo é possível e tudo acontece. Deve-se saber quanto!

Hoje, qual o interesse do Ártico para os EUA?

Muitos não percebem que os EUA são uma nação ártica, que tem território no Ártico. Muito das ações dos EUA em relação ao Ártico vem do fato de que os mísseis intercontinentais passam por cima desse território, pois é a menor distância entre os EUA e a Rússia e entre os EUA e a China. Assim, a detecção dos foguetes intercontinentais, que pode ser óptica, por rádio, entre outras, sempre sofre interferências de auroras e *flares* solares. Portanto, há um interesse no estudo das propriedades do Ártico.

Além disso, por uma questão estratégica, os russos desenvolveram submarinos que podem lançar foguetes nucleares através da capa de gelo que cobre o Oceano Ártico. Então, a importância bélica do Ártico era enorme.

Mas essas são questões ligadas à defesa. Havia uma política científica para o Ártico?

Não. Tudo isso era coisa do Departamento de Defesa. Muitos dos problemas, ligados ao comércio ou a questões militares, dependiam de conhecimento científico sobre o Ártico. Em 1982, começamos um movimento na Academia de Ciências dos EUA para promover e desenvolver uma política científica para o Ártico. Conseguimos que o Congresso votasse o que se chama de *Arctic Research and Policy Act*, que estabeleceu uma política para essa região e criou a Comissão de Pesquisa Ártica, que assessora e está ligada diretamente ao presidente.

Quais são hoje os principais rumos dessa política?

Bem, a questão política de defesa está mudando. Há uma cláusula de defesa que realmente vai ter de mudar. Atualmente, a parte mais importante é a política social, que é mais uma questão política interna dos EUA. Há também questões de política externa e econômica, porque agora os russos planejam abrir a chamada *Northern Route*, entre a Europa e o Japão. Eles têm navios nucleares quebra-gelo, que podem manter durante oito meses por ano a rota do Oceano Ártico aberta. Com isso, se irá da Europa ao Japão ou vice-versa, em lugar de passar pelo cabo de Hornos. Do ponto de vista econômico e de cooperação científica, isso é muito importante para os EUA. Há porém um aspecto novo. Descobriu-se que, depois das mudanças na ex-União Soviética, os russos deixaram no Oceano Ártico seus rejeitos de alto poder radioativo. São 17 mil barris, que estão no fundo do mar Ártico. Há vários submarinos com reatores que foram afundados,

porque eram velhos. O rio Jenisei, por exemplo, recebeu por décadas rejeitos radioativos, que foram arrastados para o Ártico. Agora, há uma grande preocupação nos EUA, particularmente no Alasca, por parte dos nativos. Por enquanto, não há contaminação, mas a corrosão dos barris preocupa.

A cooperação científica aumentou depois do fim da URSS?

Muito antes. Realmente, já com Gorbachev, em 1988, as coisas mudaram muito. Ele tomou a iniciativa, porque antes dele não era possível muita cooperação. Os esquimós, por exemplo, puderam visitar suas famílias de um lado e de outro do estreito de Behring, sem vistos.

Nos EUA, depois de muitos anos, o Partido Democrático assumiu a Casa Branca. O senhor participou do governo Reagan, como presidente da Comissão de Pesquisas Árticas, e agora presencia um novo governo. O que mudou?

O mais importante para mim é que mudou a ideologia, eu não compartilho com a linha política de Reagan e Bush. Segundo me disseram, fui o único não republicano nomeado duas vezes por Reagan. Sou tudo, menos republicano. Eles sabiam disso! Mas o que temo muito nos EUA é o extremismo religioso, o que chamamos de *electronic church* e que ficou muito livre nos anos de Reagan e Bush. Como não podem ter partidos, se infiltraram, seguindo táticas 100% comunistas, por exemplo, nos conselhos de pais nas escolas. O lema deles não é oficial, mas é evidente: evitar o desenvolvimento da inteligência do povo. Necessitam um povo ignorante, para promover o que chamo de ideologia do ódio! Tive problemas com eles, com os ‘criacionistas’. Quando era diretor do Instituto de Geofísica, queriam me envolver em discussões públicas. Dizia que não discutia religião e eles me respondiam que, hoje em dia, criacionismo era ciência. Queriam que

fosse ensinado nas escolas. Enfim, tive muitos problemas com eles.

Com o fim da URSS, muitos cientistas migraram das antigas repúblicas para os EUA. Sabemos que pelo menos quatro grandes matemáticos russos estão hoje nos EUA. Houve migração na área da geofísica?

Deve-se ter cuidado. Só os grandes migraram. A maioria não saiu. Só os que falam muito bem o inglês saíram. Realmente, são privilegiados. O cientista médio russo não tem chance alguma, mas também não tem intenção alguma de sair. Os russos são muito patriotas, sempre foram, apesar de a maioria dos cientistas se opor ao regime soviético, mesmo que não abertamente. Fora isso, eles têm dificuldades enormes para se adaptar à sociedade ocidental, porque não têm disciplina no trabalho. Em geofísica, não houve migração. O que há agora na Rússia é muito ruim para eles. Pesquisadores saem quando recebem convites, mas por períodos de três a quatro meses. O resultado é que acabam não produzindo nada. Por razões óbvias, só saem os diretores de institutos. No ano passado, organizei uma espécie de campanha para evitar

que os norte-americanos convidassem meramente os "privilegiados".

A geofísica na Rússia chegou a grandes avanços ou, depois da abertura política, se percebeu que a situação era precária?

Era precária. Não dispunham nem sequer dos satélites científicos. Tinham problemas com os equipamentos fabricados pelos tchecos e pelos alemães orientais. A burocracia, que se mantém hoje, tornava as coisas quase impossíveis. Apesar dos cérebros fantásticos, os rendimentos eram muito baixos. Hoje, o que eles podem fazer é ainda muito limitado. Isso ocorre em geofísica e acho que também vale para outras áreas. Em física teórica, são de primeira classe, pois só trabalham com lápis e papel. Mas, se precisam de computação ou equipamentos para física experimental, a situação complica.

Além de geofísico, o senhor também pesquisa psicoacústica. Como chegou a isso?

Sempre tive interesse em acústica dos instrumentos musicais. Na Universidade de Denver, como em muitas universidades dos EUA, a interface do cursos de física com outras disci-

plinas é muito pobre. Então, comecei organizando um curso de acústica da música. Mas percebi que é muito mais interessante o que se passa do ouvido para dentro do que do ouvido para fora! Foi assim que me meti em psicoacústica e neuropsicologia.

Então, foi muito mais do que um hobby?

Sim. Chega a ser cômico, porque tenho muito mais interação com os pesquisadores de neurociências do que com os de física. Há muito mais pedidos de separatas nessa área, pois a comunidade mundial é enorme. Já a de físicos espaciais é bem menor.

O senhor continua pesquisando psicoacústica?

Não. Não tinha tempo durante o período em que fui diretor. A última revisão de meu livro, por exemplo, foi em 1979. Agora, estou estudando como um louco o que aconteceu nos últimos 10 anos e estou reescrevendo meu livro.

O livro sai no Brasil?

Sim, com o título 'Física e Psicofísica da Música'. A editora da Universidade de São Paulo está traduzindo-o para o português. A previsão é para daqui a dois anos.

notas

O que acabou com os dinossauros?

A proposta de que um asteróide se chocou na Terra há 65 milhões de anos é aceita e só tem sido reforçada, mas há dúvidas de que o impacto seja responsável pela extinção dos dinossauros.

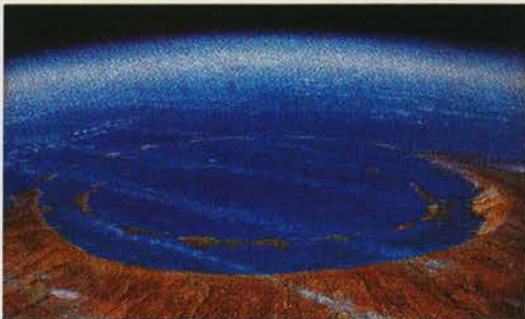
O choque, conhecido como o 'Impacto K-T' – teria acontecido entre os períodos cretáceo (K) e terciário (T) – deixou na península de Yucatã (México) uma cratera que se acreditava ser de 180 km de largura, mas que Virgil Sharpton e colaboradores, do Instituto Lunar e Planetário de Houston (EUA), afirmam ser de cerca de 300

km. Deduz-se que o asteróide era muito grande e que a probabilidade de sua ocorrência é de uma vez em um bilhão de anos. Como resultado desse choque, uma grande nuvem de poeira teria se levantado causando escuridão e esfriamento do planeta durante muito tempo matando os dinossauros.

Entretanto, William A. Clemens e L. Gayle Nelms, ambos da Universidade da Califórnia em Berkeley (EUA) têm novos resultados, relatados num artigo na revista *Geology*, vol. 21, p. 503 (1993), indicando que os dinossauros podem viver e se desenvolver em climas frios. Numa região do Círculo Ártico, onde a temperatura

média anual é de 2 a 8°C, com três meses por ano de escuridão, os cientistas descobriram fósseis de espécies de dinossauros que seriam residentes permanentes.

Science, vol. 261, p. 1.518 (1993).



Concepção artística da cratera de Chicxulub (México) de 65 milhões de anos de idade.

CIÊNCIA NAS ASAS DAS BORBOLETAS

ESTE TRABALHO MOSTRA COMO O ESTUDO DE UM TEMA APARENTEMENTE SUPÉRFLUO PODE CONDUZIR A RESULTADOS SURPREENDENTES. ISSO ACONTECEU COM UMA PESQUISA SOBRE A COR DAS ASAS DAS BORBOLETAS, QUE ACABOU SENDO FUNDAMENTAL PARA IDENTIFICAR SUBSTÂNCIAS ANTIANÊMICAS, PRESENTES EM ALIMENTOS E TAMBÉM PRODUZIDAS PELO FÍGADO.

Luiz Gouvêa Labouriau

Laboratório de Termobiologia, Universidade de Brasília

O estudo das asas de borboletas é com frequência apontado pelos adeptos da pesquisa dirigida como um exemplo do que não se deveria fazer nos centros de investigação científica, especialmente nos países que não são do 'Primeiro Mundo'. Argumenta-se que, com tantos problemas urgentes a resolver nesses países, tais assuntos constituem um desperdício de tempo e de recursos, servindo mais a uma espécie de divertimento pessoal do que a fins úteis. Sem entrar nas controvérsias sobre a legitimidade do trabalho como fonte de alegria, mostramos aqui que o estudo puramente acadêmico de algumas substâncias responsáveis pelas cores das asas de borboletas criou os fundamentos para grandes progressos na medicina e na biologia molecular.

O SURGIMENTO DAS PTERIDINAS

Há cerca de 100 anos, de 1889 a 1895, o bioquímico britânico Sir Frederick Gowland Hopkins, um apaixonado pelos lepidópteros, publicou os primeiros estudos sobre a composição química dos pigmentos extraídos das asas de borboletas amarelas (figura 1). Embora esses trabalhos pioneiros não tenham chegado a estabelecer a estrutura dos compostos nitrogenados assim obtidos, ele apurou que

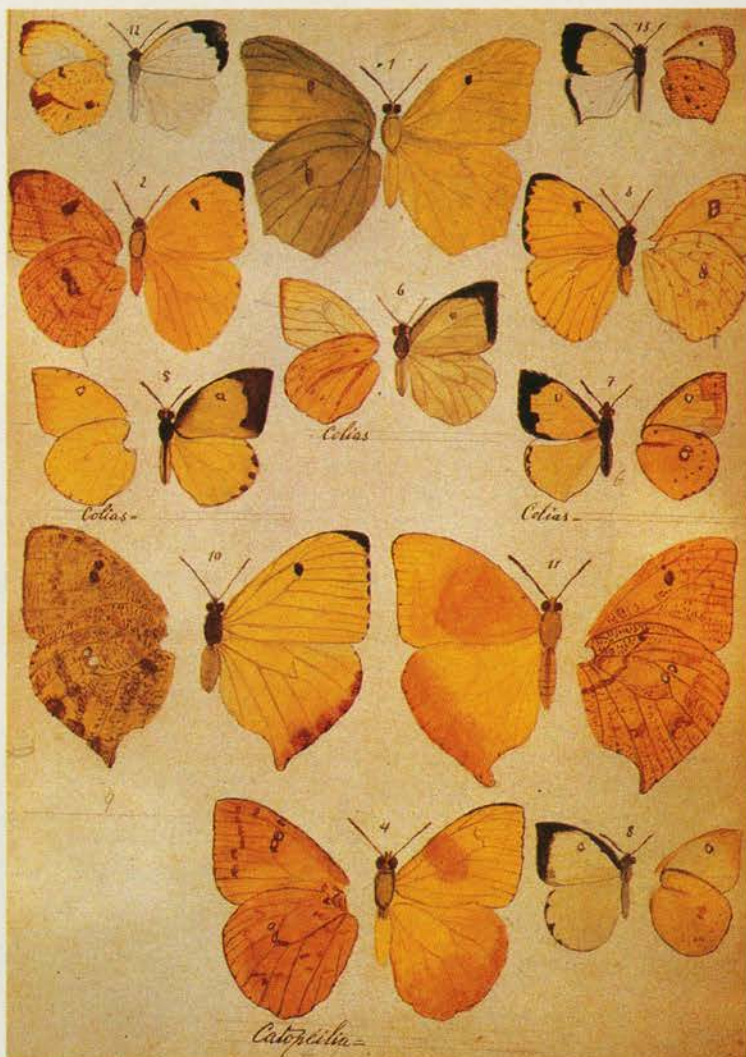


Figura 1. Algumas borboletas de asas amarelas.

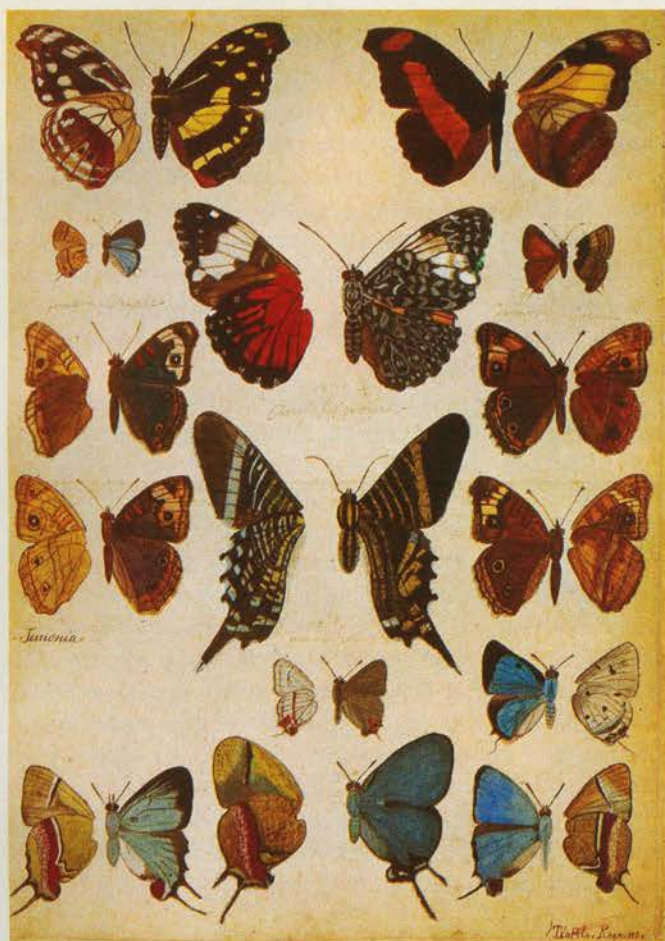
tais compostos tinham semelhanças com o ácido úrico (figura 2) e, portanto, eram

em geral intensamente coloridos e de ampla distribuição entre os seres vivos.

parecidos com os derivados da purina.

Essa informação ficou estocada, sem uso, até 1925-26, quando dois químicos orgânicos alemães, Heinrich Wieland e Clemens Schopf, publicaram novos estudos sobre os pigmentos das asas da borboleta *Pieris brassicae*, conhecida na Inglaterra como *brimstone butterfly*, que significa 'borboleta amarelo-enzofre' e da *Gonepteryx rhamnae* (figura 3). Os pigmentos isolados, cuja estrutura só foi estabelecida definitivamente por Robert Purpurman em 1940-41, foram denominados *xantopterina* e *leucopterina*. Os dois anéis conjugados dessas estruturas foram depois encontrados em diversas substâncias, coletivamente designadas como pterinas e pteridinas (do grego *pteros* = asa, por terem sido inicialmente descobertas em asas de borboletas).

Na verdade, elas também ocorrem nos olhos da 'mosca das frutas' (*Drosophila melanogaster*), à qual a genética tanto deve (figura 4), em outros insetos, bem como na pele de peixes, de anfíbios e de lagartos, em microrganismos (como bactérias e protozoários), em fungos, nas folhas de muitas plantas e na urina humana. Trata-se de uma família bastante diversificada de produtos naturais,



Algumas borboletas de asas vermelhas.

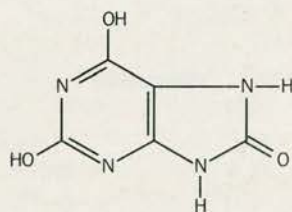


Algumas borboletas de asas azuladas.

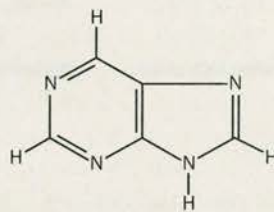
O DESAFIO DA ANEMIA MACROCÍTICA

Enquanto se desenvolvia essa linha de pesquisa básica, que estabeleceu a diversidade de estruturas e ocorrências das pteridinas, corria paralela uma outra investigação, tentando prosseguir na busca, um a um, dos fatores nutricionais a que se convencionou chamar de vitaminas.

A descoberta de cada uma das vitaminas teve origem no estudo de uma moléstia de carência, causada pela deficiência de alguma substância contida em determinados alimentos. Entre as moléstias desse tipo, cuja cura não tinha ainda sido alcançada nos anos 30, estava a anemia macrocítica. Trata-se, como em todas as anemias, da redução da massa circulante de glóbulos vermelhos. O adjetivo 'macrocítica' refere-se ao fato de que, nesta espécie de anemia, o sangue apresenta uma proporção excepcionalmente alta de hemácias grandes, algumas nucleadas, do tipo dos eritrócitos ainda não completa-

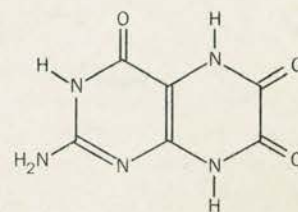


ácido úrico

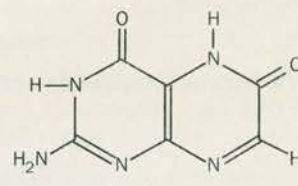


purina

Figura 2. Ácido úrico e purina, estruturas afins dos pigmentos das asas de *Pieris brassicae*, segundo Hopkins, 1985.



leucopterina



xantopterina

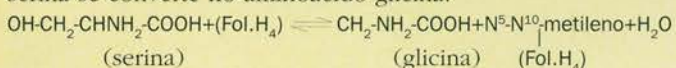
Figura 3. Fórmula estrutural da xantopterina, extraída de asas da borboleta *Pieris brassicae*, e da leucopterina, extraída de asas da borboleta *Gonepteryx rhamnae*.

ALGUMAS CONSEQUÊNCIAS DA DESCOBERTA DO ÁCIDO FÓLICO

O fenômeno mais geral em que há participação do ácido fólico é a transferência de unidades ativadas de um único átomo de carbono de um metabólito para outro. É uma transferência catalizada por enzimas que têm como co-fator indispensável um derivado do ácido fólico. Para operar assim, como coenzima, o ácido fólico tem que sofrer duas reduções catalíticas, por efeito de uma enzima específica (figura 5). Dos dois produtos produzidos sucessivamente – ácido dihidrofólico (Fol H_2) e ácido tetra-hidrofólico (Fol H_4) –, o segundo é que atua como coenzima de metil-transferase.

A ação dessas enzimas consiste essencialmente em passar uma unidade de um único carbono de uma molécula doadora para o Fol H₄ e deste para uma molécula receptora, regenerando o Fol H₄. O grupo funcional de um único carbono transferido pode ser o radical metila (-CH₃), ou metileno (-CH₂-), ou formila (-CHO), ou formimino (-CHNH), ou ainda metenila (-CH=), de modo que o âmbito de ação do ácido tetrahidrofólico é muito amplo e diversificado. Os vários derivados do Fol H₄ com esses diferentes grupos funcionais de um único carbono são interconversíveis.

Uma dessas interconversões ocorre quando o aminoácido serina se converte no aminoácido glicina:



Este derivado do Fol.H₁, por sua vez, atua na conversão da mononucleótide de deoxi-uridina (dUMP) na mononucleótide de deoxi-timidina (dTMP), mostrada na figura 6. Esta reação é importante porque é essencial para a síntese do ADN e, portanto, para a divisão celular. Uma das consequências disso é que a deficiência de ácido fólico nos vertebrados freia o processo de maturação dos eritrócitos e dos leucócitos, que depende de mitoses sucessivas nos tecidos hematopoiéticos, causando a anemia macrocítica.

Também por esse papel na síntese do ADN, a enzima que catalisa a conversão de dUMP em dTMP (promovendo a síntese do timidilato) e a redutase, que reduz o ácido fólico a tetrahidrofólico, são alvos muito visados na terapêutica do câncer. Dois quimioterápicos que bloqueiam a redutase do folato são a aminopterina e o metatrexato (figura 7). A semelhança entre as estruturas dessas duas pteridinas sintéticas e a do ácido fólico permite que elas se liguem à redutase específica do ácido fólico. De fato, elas se ligam com tal afinidade que a redutase fica bloqueada e deixa de atuar. Por esse motivo, essas duas drogas inibem a síntese do ADN e, conseqüentemente, a mitose, sendo usadas desde 1948 no tratamento de leucemias agudas e de várias outras forma de câncer.

O uso do metatrexato apresentou uma consequência inesperada: uma fortíssima amplificação gênica do código da

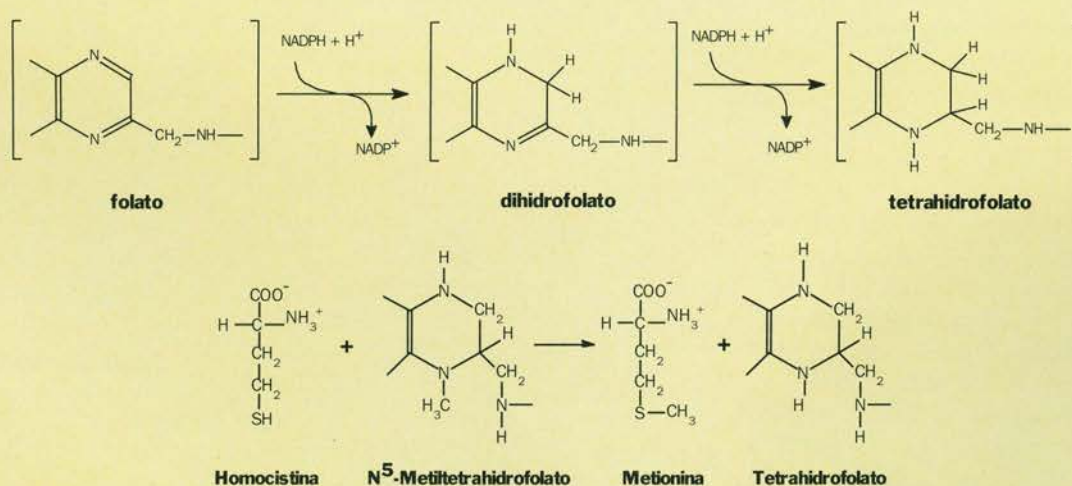


Figura 5. Reduções catalíticas do ácido fólico.

mente diferenciados, que, nos mamíferos em geral, só são encontradas na medula óssea (figura 9).

As hemácias macrocíticas circulantes e seus precursores na medula óssea (megalo-blastos) são maiores que os eritrócitos normais (normoblastos), em parte devido

à falha de pelo menos uma das divisões celulares de sua diferenciação normal. Apesar disso, a síntese de proteínas e de ARN prossegue normalmente nessas células, daí resultando maior volume celular e maior conteúdo de hemoglobina por glóbulo. Isso se verifica pela redução

ou ausência da mancha clara que normalmente ocorre no meio da imagem microscópica das hemácias (hipercromicidade). Esses glóbulos tendem a apresentar uma forma oval (ovalocitose) e sua duração é consideravelmente reduzida.

Essa moléstia ocorre quando há excesso

enzima redutase do folato. Este foi o primeiro exemplo de uma importante limitação da terapêutica que usa inibidores enzimáticos, limitação esta que passou a orientar toda a conduta de uso desses recursos médicos.

Já a droga usada para interagir com a síntese do timidilato, que é o 5-Fluór-uracilo, é convertida na nucleótide correspondente e se liga ao complexo formado pela sintase e pelo derivado metilênico do tetrahydrofolato. Mas, como o átomo de flúor não sai do carbono-5, a reação cessa. Este efeito é que é denominado 'inibidor suicida'.

A observação desses dois casos de inibição por pteridinas foi precedida de um outro, que depois mostrou ser também ligado à descoberta do ácido fólico. Já em 1940 (antes, portanto, que o ácido fólico se tornasse conhecido), Donald Woods e Paul Fildes verificaram que o ácido paraamino benzóico (PABA) inibe a ação bactericida da sulfanilamida. Esse efeito foi atribuído a uma inibição por competição entre a sulfá e o PABA, cujas estruturas são muito parecidas (figura 8). Foi esse trabalho que gerou o conceito, proposto por Woods, de antimetabólito, cuja importância é enorme para bioquímica, para a farmacologia e, portanto, para a quimioterapia.

Descoberta a estrutura do ácido fólico e sua biossíntese, tornou-se compreensível que a enzima que junta o precursor do ácido fólico ao PABA seja bloqueada com a incorporação da sulfanilamida em vez do PABA. De modo que as sulfas atuam, em última análise, bloqueando a síntese do ácido fólico. Outra inibição do ácido fólico causadora de anemia macrocítica é

intermediada pelo ácido paraamino-salicílico (PAS), que foi usado como medicamento contra a tuberculose. É fácil notar sua semelhança com o PABA: o PAS não é mais que um PABA hidroxilado do carbono orto da carboxila.

Uma das consequências da inibição por competição entre sulfanilamida e PABA é que as bactérias tratadas com sulfas excretam o produto de 'codinome' AICAR (mostrado também na figura 8), cuja estrutura lembra muito a de uma purina à qual faltasse ainda o carbono-2 para fechar o anel pirimídico. Sabendo, pela marcação isotópica do ácido úrico excretado por pombos, que esse carbono-2 do esqueleto das purinas provém ou do formiato ou do carbono da serina (unidades transferidas via tetrahydrofolato), John Buchanan e Robert Greenberg acabaram localizando a maneira como o carbono-2 completa o anel das purinas. Em suma, o ácido fólico também atua em outra etapa essencial à síntese do ADN: a síntese das nucleótides purínicas.

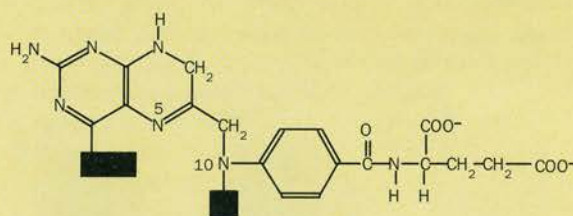


Figura 7. Estrutura da aminopterin e do metatretaxato.

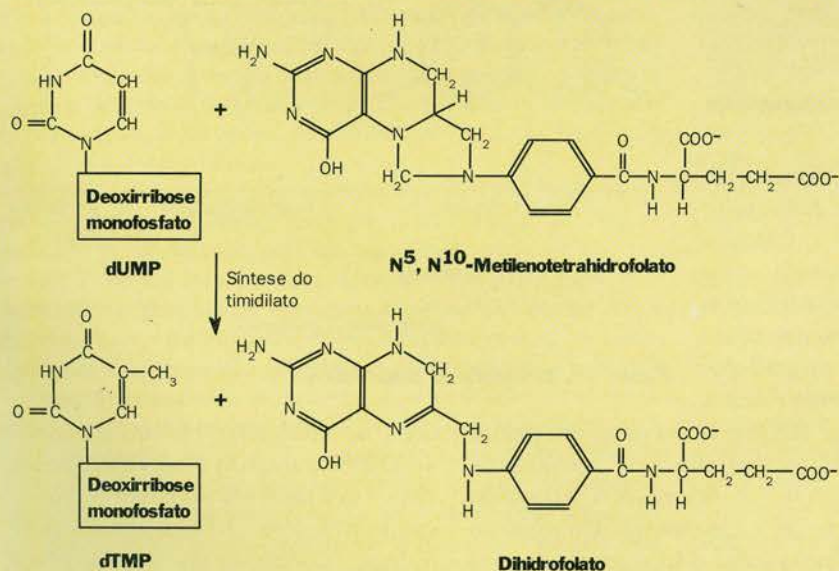


Figura 6. A reação de síntese do dTMP.

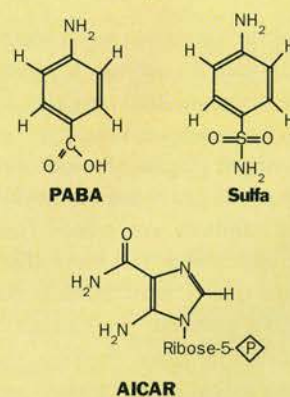


Figura 8. Estruturas de PABA, Sulfá e AICAR.

de amido na alimentação, em detrimento de carne e legumes frescos, como sucede em certas regiões da Índia, no sudeste asiático e africano; quando só se consomem legumes excessivamente cozidos, como em certos grupos da Europa e da América do Norte, ou em crianças alimen-

tadas exclusivamente de leite de cabra, como se verificou na Alemanha, na Itália, na Austrália e na Nova Zelândia. Adiante veremos que esse tipo de anemia pode também ser 'iatrogênico', isto é, consequência de certos medicamentos.

Em 1931, a médica Lucy Wills, estu-

dando a anemia macrocítica em Bombaim, Índia, chegou à conclusão de que se tratava provavelmente de uma moléstia de carência, mas não de ferro nem das vitaminas A e C, e que podia ser curada com a ingestão de extrato de fígado ou de extrato de levedura. Quatro anos depois,

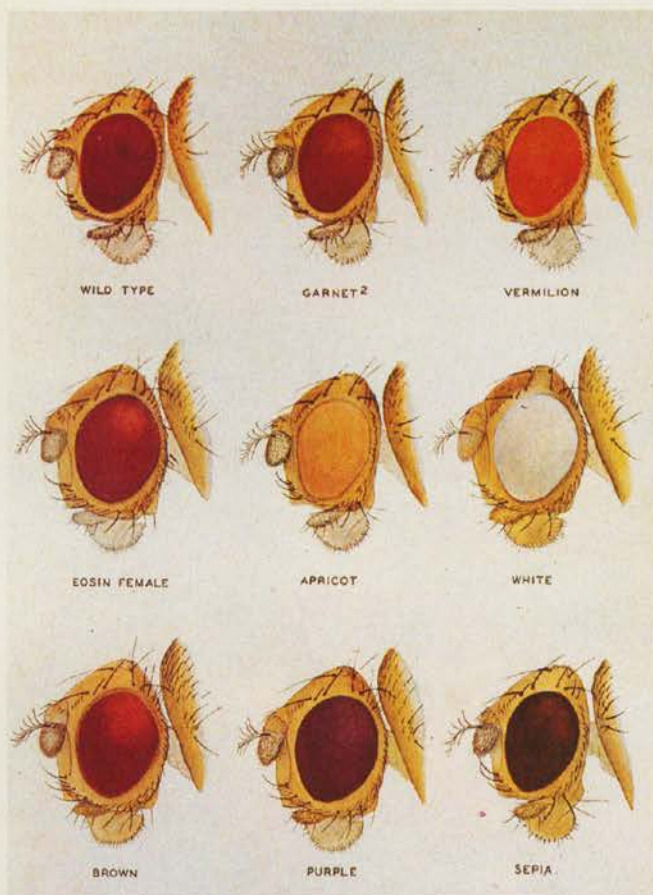


Figura 4. Cores dos olhos de mutantes de *Drosophila melanogaster*.

ela e Alice Stewart provaram que a anemia macrocítica podia ser induzida experimentalmente no símio *Macacus rhesus* e combatida com aqueles extratos.

Em 1940, Albert Hogan e Ernest Parrot conseguiram produzir anemia macrocítica experimental também em pintos (com inibição do crescimento) e, além disso, demonstraram que o 'fator antianêmico' também estava presente no extrato de alfafa e na casca de grãos de trigo, cuja ingestão restabelecia o crescimento normal. De 1940 a 1943, pelo menos quatro trabalhos estabeleceram que esse mesmo 'fator antianêmico' também é essencial para o crescimento de diversas bactérias, como *Lactobacillus casei*, *L. arabinosus*, *L. Delbruckii*, *Streptococcus foecalis* e *Clostridium tetani*.

Esses resultados, que se ligam aos nomes de Esmond Snell, Roger Willians e Herschell Mitchell, foram de grande significação para o isolamento da hipoté-

tica 'vitamina Bc' (nome dado ao supracitado fator antianêmico). Isto porque, para que o isolamento desse 'fator' progredisse, a partir dos extratos iniciais, fazia-se necessário um critério operacional de avaliação do conteúdo de 'vitamina Bc' em cada amostra obtida pelo processo de fracionamento. E o efeito de cada fração sobre o crescimento de uma bactéria é muito mais rápido do que o teste em animais experimentais, nos quais a anemia é previamente induzida.

Com base nessa metodologia, surgiram em 1944 quatro trabalhos que estudavam sistematicamente as propriedades do fator Bc, isolado de quatro toneladas de folhas de espinafre (*Spinacea oleracea*). Por ser esse produto extraído de folhas, Mitchell sugeriu que lhe fosse dado o



Figura 9. Eritrócitos de medula óssea em caso de anemia megaloblástica.

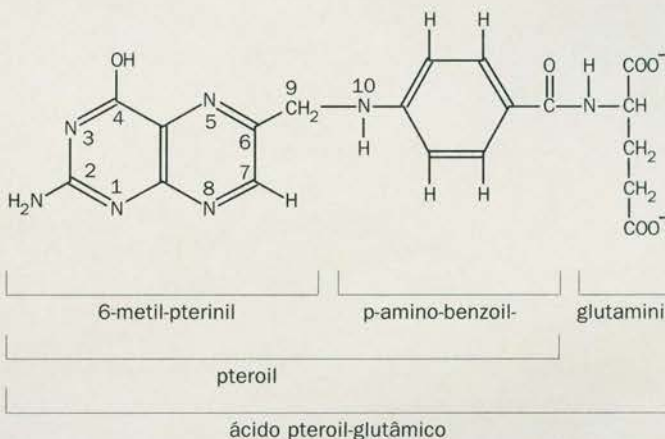


Figura 10. Estrutura do ácido fólico.

nome de 'ácido fólico', finalmente adotado. O quarto artigo da série, publicado em 1944 e dedicado aos espectros de absorção do ácido fólico, termina com a seguinte frase: "Conclui-se que o ácido fólico contém em sua estrutura uma unidade muito semelhante à xantopterina". Mitchell se refere, justamente, ao pigmento amarelo extraído das asas da borboleta *Pieris brassicae*.

Pouco depois, em 1946, um trabalho descreve a purificação do fator antianêmico do fígado, cuja estrutura é então definitivamente estabelecida e comprovada por dois métodos de síntese. Publicado na

A DIVERSIDADE DE PESQUISAS É FUNDAMENTAL PARA A ECOLOGIA HUMANA

Uma situação curiosa leva-nos de volta aos trabalhos pioneiros de Hopkins, no fim do século passado, sobre as correlações entre purinas e pteridinas. Se, de um lado, uma pteridina – o ácido fólico – é essencial à biossíntese das purinas, por outro, vários estudos, como os de Walter McNutt e Hugh Forrest, em 1958, demonstraram que as purinas são precursores biossintéticos das pteridinas.

Esse é apenas um caso de entrelaçamento de rotas metabólicas na biossíntese de produtos naturais dentro de uma situação muito mais geral e freqüente, que é a trama das correlações entre fenômenos naturais. A consciência de que é impossível prever *a priori* essa rede de laços causais torna aconselhável a adoção de uma atitude mais tolerante quanto

aos interesses específicos do trabalho dos pesquisadores. Em lugar de tentar (um pouco pretenciosamente) orientar a pesquisa para uma determinada finalidade, é mais prático, afinal, aceitar na pesquisa a meta, mais modesta, de explorar habilmente a pluralidade espontânea dos interesses individuais dos pesquisadores.

Se houver um número suficiente de investigadores científicos, esta multiplicidade de inclinações garante a exploração simultânea de muitas linhas de trabalho, algumas básicas, outras aplicadas. Essa diversidade é tão importante e criadora para a ecologia humana da pesquisa científica quanto a diversidade das espécies biológicas o é para os equilíbrios da biosfera.

revista *Science* (vol. 103), ele ocupa apenas duas páginas, embora tenha nada menos que 16 autores. Isso dá uma idéia da conjugação de esforços que foi necessária para a descoberta, mesmo com a ajuda decisiva da conclusão de Mitchell, de que se tratava de uma pteridina. Dessa forma, ficou provado que a vitamina B₉, ou seja, o ácido fólico, é o ácido pteroilglutâmico (figura 10).

Tudo isso mostra que teria sido muito difícil identificar a estrutura desse composto se os trabalhos básicos não houvessem estabelecido antes a existência do padrão estrutural constituído pelas pteridinas e descoberto as propriedades gerais dessas substâncias.

SBPCHoie

O JORNAL ELETRÔNICO DA SBPC

Com o SBPCHoie, você recebe diretamente em seu terminal as primeiras notícias da comunidade científica brasileira, da política de C&T do país, dos programas de bolsas etc.

É fácil se inscrever

Basta digitar, a partir do sistema VMIBM, "TELL LISTSERV AT BRLNCC SUBSCRIBE SBPCHOJE + nome do interessado" ou "MAIL LISTSERV AT BRLNCC SUBSCRIBE SBPCHOJE + nome do interessado" (na primeira linha do texto)

UMA MADEIRA MUITO USADA NO BARROCO MINEIRO

ESTA PESQUISA É RESULTADO DE UMA COLABORAÇÃO COM O PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE IMAGENS DO CECOR (CENTRO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE BENS CULTURAIS MÓVEIS) DA ESCOLA DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. O PESQUISADOR IDENTIFICA E FAZ A CLASSIFICAÇÃO DAS MADEIRAS UTILIZADAS NAS IMAGENS SACRAS DO BARROCO MINEIRO.

Pedro L.B. Lisboa

Museu Paraense Emílio Goeldi

Os estudos disponíveis sobre a utilização da madeira como matéria-prima raramente mencionam os fins artísticos, como por exemplo a talha de esculturas e retábulos encontrados nas igrejas brasileiras, principalmente naquelas construídas no chamado 'século do ouro', que teve seu apogeu em Minas Gerais entre os séculos XVII e XVIII. Ali, a exploração das minas fez surgir cidades como Ouro Preto, Tiradentes, Sabará, São João Del Rey, Mariana, autênticos museus vivos do desenvolvimento do barroco no Brasil.

Em sua *História da arte brasileira*, Pietro Maria Bardi observa que a paisagem brasileira favoreceu o florescimento do barroco, quando esse estilo foi transportado da Península Ibérica para os trópicos americanos, na época da descoberta do ouro. Aqui adquiriu expressão própria, abrasileirada, liberta do continente europeu. O ambiente na Colônia era de total obscurantismo e a extração dos recursos da terra beneficiava exclusivamente a Metrópole: não havia bibliotecas, a seda e o algodão não podiam ser manufaturados, não era permitido cultivar videiras. O povo, crédulo e supersticioso, acreditava que nas montanhas habitavam monstros. A construção de igrejas representava um meio de afastar os perigos.

Esse ambiente foi um campo fértil para os artesãos da ebanisteria e do ouro. Entre os escultores, um tornou-se o símbolo do barroco brasileiro: Antônio Francisco Lis-

boa, o Aleijadinho (1738-1814), que, segundo vários autores, recebeu o apelido por causa de uma doença que deformou seus pés e suas mãos. Os artesãos selecionaram, entre as abundantes madeiras tropicais, uma árvore que seria a mais utilizada, por suas excelentes características físicas, mecânicas e biológicas: o cedro e, dentro desse gênero, a espécie *Cedrella fissilis* Vell., talvez a mais usada no 'século do ouro'.

São dessa fase as oito imagens utilizadas nesta análise científica da madeira destinada a fins artísticos. Duas delas (São

Simão Stock e São João da Cruz) são obras autênticas do Aleijadinho, segundo estudo de Beatriz Ramos de Vasconcelos Coelho, professora do Centro de Conservação e Restauração do Departamento de Belas Artes da UFMG, publicado em *Conservation of the iberian and latin american cultura heritage* (1992). Das outras não há registro que possa assegurar a autoria.

O gênero cedro, da família Meliaceae, abriga todas as oito espécies de *Cedrella* encontradas nos trópicos do Novo Mundo. Por fornecer madeiras com excepcionais características físicas e organolépticas, isto é a propriedade de impressionar os sentidos, e distribuir-se geograficamente por todo o neotrópico, o cedro tem sido exaustivamente explorado e usado na região desde a pré-história. Os nativos já o empregavam para construir embarcações e casas. Os primeiros europeus que

aportaram no continente logo perceberam a importância dessa madeira. Foram os espanhóis que a batizaram de cedro, porque associaram seu odor aromático a uma outra madeira denominada cedro na Europa.

O cedro tem ampla distribuição em toda a América tropical, onde faz parte de um seletivo grupo de madeiras conhecidas como 'nobres', por suas qualidades excepcionais. Registros bem antigos da utilização do cedro já manifestavam a preocupação ecológica com a extinção de uma espécie na região do Caribe. P. Browne,



Figura 1. São Francisco de Paula (à esquerda) e Santa Teresa d'Ávila (à direita). Duas esculturas policromadas e douradas pertencentes ao Museu do Ouro de Sabará, ambas da segunda metade do século XVIII. A primeira mede 75,5 x 38 x 27 e teve a amostra removida do tronco principal, em uma emenda do braço. A segunda, medindo 61 x 33 x 21, teve a amostra removida da base, que forma um só bloco com a peça.

DO ALTAR AO MICROSCÓPIO

Árvore de grande porte, atingindo às vezes mais de 40 m de altura, o cedro recebe inúmeras denominações populares no Brasil: cedro rosa, cedro branco, cedro batata, cedro vermelho, cedro diamantina e cedro da várzea. A casca de seu tronco é grossa, rugosa e fissurada, de colorido vermelho-acinzentado. Suas folhas são grandes, alternas, pecioladas, e as flores unissexuais, esbranquiçadas e dispostas em panículas terminais, que surgem de outubro a fevereiro, frutificam entre oito e nove meses mais tarde. O fruto é uma cápsula ovóide-oblonga, lenhosa, com até 8 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, contendo numerosas sementes.

Sua madeira tem a preferência dos entalhadores de esculturas religiosas porque é dócil ao trabalho com as ferramentas: a tração normal de suas fibras e seu fendilhamento são baixos. Além disso, é uma madeira leve (0,44 a 0,60 g/cm³), embora forte em proporção ao peso. É altamente durável e, como é resinosa, resiste bem ao apodrecimento e ao ataque de cupins e outros insetos.

Por tudo isso, foi a madeira mais usada em obras para o interior de igrejas em toda a América Latina, onde as espécies ocorrem, como atestam os retábulos da antiga catedral de Comayagua, em Honduras, e da igreja de São Francisco de Assis, em Ouro Preto, Minas Gerais, entre muitas outras no Brasil.

Das diminutas amostras retiradas das peças, foram feitos cortes histológicos, obedecendo à técnica padrão para estudos anatômicos de madeiras. Primeiro, elas foram fervidas em água por duas horas; delas foram então obtidos cortes nos sentidos transversal e longitudinal, estes orientados em dois planos (tangencial e radial), utilizando-se um equipamento de laboratório (micrótomo de deslize) que tem uma navalha para fazer cortes histológicos. Após a clarificação e passagem em soluções de álcool e água em diversas proporções, para desidatar os cortes, estes foram corados com safranina hidroalcoólica e montados com bálsamo-de-canadá, entre lâminas e lamínulas de

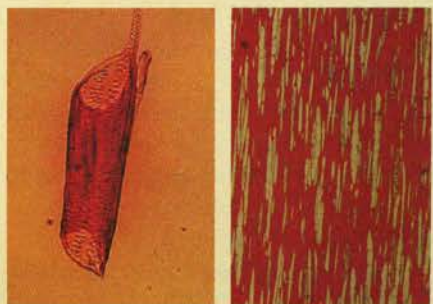
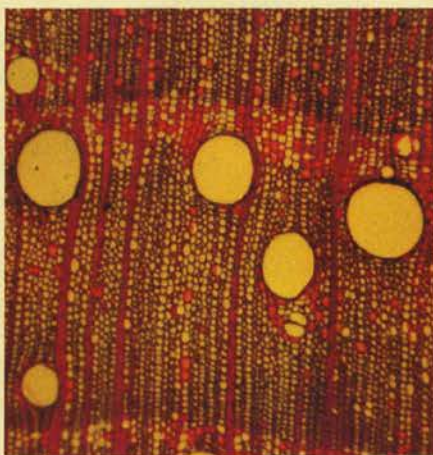


Figura 2. *Cedrela fissilis* Vell.: a) corte transversal – observar as fibras com paredes delgadas e canais secretores traumáticos; b) elemento de vaso, com placas de perfuração simples; c) corte tangencial.

vidro. Um corte de cada plano foi conservado ao natural, para observação de inclusões celulares.

Para o estudo isolado das estruturas do lenho, pequenas lascas longitudinais das amostras foram maceradas em uma mistura de partes iguais de ácido acético glacial e água oxigenada a 120 volumes, sendo depois levadas à estufa a 60°C por 24 horas. Em seguida, o material já dissociado foi lavado em água corrente e corado com safranina. Das macerações foram confeccionadas lâminas temporárias, misturando-se minúsculas parcelas do macerado em uma gota de glicerina.

As medições das estruturas, feitas em microscópio óptico neste material e nos cortes histológicos, mostraram: 1) Vasos de secção circular a subcircular, freqüentemente dispostos em anéis porosos, ou dispostos uniformemente nos anéis de crescimento; parede fina; pequenos a gran-

des, de 80 a 310 µm, em média 200 µm de diâmetro tangencial, maioria entre 150 e 200 µm; de muito pouco a numerosos, de 1 a 8 por mm², em média 3; solitários predominantes (70%) e geminados (30%); placas de perfuração simples; pontuações intervaseculares alternas, poligonais, pequenas a médias, 5 a 10 µm de diâmetro; elementos vasculares curtos a longos, 150 a 650 µm de comprimento, em média 522 µm, mais freqüentes entre 400 e 650 (90%); às vezes com apêndices finos e grossos, em uma ou em ambas as extremidades, outras vezes muito reduzidos ou ausentes; vazios ou com óleo-resina ou substância branca. 2) Raios irregularmente dispostos, homocelulares e heterocelulares; nos multisseriados, a maioria apresenta uma fila de células marginais quadradas, bisseriados mais comuns (77%), trisseriados (17%) e unisseriados (6%); extremamente baixos, 80 a 470 µm de comprimento, em média 324 µm; 9 a 22 células de altura, em média 12; pouco numerosos a numerosos, de 7 a 13 raios por mm linear, em média 9; pontuações radiovasculares, achatadas radialmente, semelhantes às intervaseculares; com óleo-resina e cristais rombóides presentes. 3) Fibras do tipo libriforme, de paredes menores que o lume, em média 9 µm de espessura; curtas a longas, 1.120 a 21.000 µm de comprimento, em média 1.529 µm, estreitas a médias; de 19 a 40 µm de largura, muito delgadas a delgadas. 4) Canais secretores traumáticos normalmente presentes. 5) Parênquima axial apotraqueal marginal, em faixas regulares, espaçadas, com 1 a 7 células de largura; parênquima difuso escasso; óleo-resina abundante. 6) Camadas de crescimento demarcadas pela faixa do parênquima marginal e pelos poros de maior diâmetro, com tendência a formar anéis porosos.

O cerne varia do castanho claro ao bege rosado e ao castanho avermelhado, um tanto demarcado do alburno róseo-pálido, recebendo lustre mediano a elevado, com reflexos dourados, grã direita ou ligeiramente ondulada, textura grosseira, cheiro aromático, sabor levemente amargo.



Figura 3. Exemplar de cedro (*Cedrela odorata* L.), no Parque Zoológico do Museu Paraense Emílio Goeldi.

por exemplo, comenta em *Civil and natural history of Jamaica* (1756) que o cedro 'foi muito comum' na antiga possessão britânica, indicando sua intensa exploração para a confecção de móveis e estruturas residenciais.

Não foi diferente no Brasil: Pio Corrêa, em seu *Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas* (1926/1969), relata que em 1900 já reinava a maior devastação no país, sendo o cedro uma das madeiras mais atingidas. Cita que naquele ano, no Rio Grande do Sul, foi cortado um exemplar cujo tronco tinha mais de sete metros de circunferência e forneceu mais de 400 tábuas. Na primeira metade do nosso século, o cedro da

América Central e do Caribe foi muito usado pelos Estados Unidos na confecção de embalagens de cigarros, para que estes ficassem impregnados com a sua fragância. Por uma questão de custos, a partir de 1930 foi substituído por outras mais leves e baratas, que eram pintadas com a sua cor. A casca do cedro é também conhecida na medicina caseira, por suas propriedades adstringentes, aromáticas, tônicas, febrífugas e eméticas, sendo o óleo das sementes usado no tratamento de feridas.

No Brasil, embora esteja relacionado entre as madeiras ameaçadas de extinção, o cedro ainda tem um aproveitamento muito diversificado. É empregado na construção civil, para confecção de ripas, esquadrias (portas, venezianas e caixilhos), rodapés, molduras, forros, lambris, painéis, escadas), para compensados comerciais, peças torneadas, móveis, peças encurvadas, como raquetes de tênis, embalagens leves. É também usado na construção naval e na fabricação de instrumentos musicais, e até em cabos de vasoura.

Duas espécies de cedro são mais comuns nas florestas brasileiras: *Cedrella fissilis* Vell., que ocorre desde as florestas baixas no nível do mar até 800 m de altitude. Largamente distribuída na América Latina, desde o norte da Argentina até Panamá e Costa Rica, concentra-se de modo geral mais nas regiões litorâneas. É muito comum em solos bem drenados, de terra firme, mas a sua faixa de habitats inclui os mesmos tipos de solo que a outra espécie freqüente no Brasil, *Cedrela odorata* L. Pode-se dizer que ocorre em todas as regiões brasileiras.

Cedrela odorata L. também tem uma larga distribuição, sendo encontrada desde o México, ao longo da costa do Pacífico, América Central, ilhas caribenhas, América do Sul, até o nordeste da Argentina. Medra tanto em solos secos como em úmidos, porém bem drenados, até uma altitude de 1.200 m. Evita, aparentemente, áreas mal drenadas ou sujeitas a alagação.

No Brasil, sua distribuição é mais limitada do que a de *Cedrella fissilis*, ocorrendo na Amazônia, de onde deriva para Goiás, Mato Grosso e Maranhão, entrando pelo nordeste na Bahia. Foi registrada

também no Espírito Santo e no Rio de Janeiro.

A distribuição geográfica das duas espécies mostra que *Cedrela fissilis* é mais presente nas matas do interior de Minas Gerais. Esse fato leva a concluir que a madeira utilizada pelos artesãos mineiros nas esculturas religiosas do 'século do ouro' era obtida dessa espécie, encontrada mais perto das cidades onde trabalhavam, ainda que B.L. de Toledo, em 'Do século XVI ao início do século XIX: maneirismo, barroco e rococó (*História geral da arte no Brasil*, 1983), comente relatos antigos, de que as madeiras para as talhas eram trazidas das "matas da Companhia desde o Amazonas ao rio Itapicuru". É quase impossível obter qualquer indicação da época, porque a espécie *Cedrela odorata* só foi descrita botanicamente pelo naturalista Linneu no *Systematic Plantarum* em 1759, no esplendor da expressão barroca, quando a ciência botânica ainda não existia no Brasil. *Cedrela fissilis*, por sua vez, só apareceu descrita por volta de 1835, por Frei José Mariano da Conceição Velloso, na *Flora Fluminensis*.

A identificação de uma madeira pela anatomia não permite, infelizmente, identificar a espécie com absoluta segurança, uma vez que as espécies que compõem o mesmo gênero são muito homogêneas, do ponto de vista de sua organização estrutural. Como as amostras oriundas das imagens barrocas das igrejas mineiras são de séculos passados, não é possível determinar com qual dos cedros foram feitas. Entretanto, a importância desse fato é apenas relativa, se considerarmos que todas as espécies de cedro apresentam propriedades semelhantes, permitindo as mesmas utilizações. Podemos dizer, entretanto, que a comparação das amostras retiradas das esculturas com amostras conservadas na xiloteca do Museu Paraense Emílio Goeldi mostrou que elas têm maior afinidade com *Cedrella fissilis*, apesar da diferença ser pequena. Além disso, na recente monografia de B.T. Styles *Swietenioideae* (1981), editada pelo Jardim Botânico de Nova York, observa-se que os registros de herbários para *Cedrella fissilis* são mais numerosos para as florestas de Minas Gerais.

BROMÉLIAS-TANQUE SERVEM DE ABRIGO PARA ESPÉCIES

As bromélias ou gravatás pertencem à família Bromeliaceae, que se divide em 46 gêneros com mais de 2.500 espécies. Sua distribuição geográfica restringe-se às zonas tropicais e subtropicais do continente americano, desde o Chile até o sul dos Estados Unidos; apenas uma espécie – *Pitcairnia feliciana* – ocorre na África, no golfo da Guiné.

As principais áreas de ocorrência das bromélias estão na América do Sul: Andes, planalto das Guianas e leste do Brasil. Nesta última, a maior diversidade e as populações mais numerosas de bromélias são encontradas na caatinga, nos pinheirais, manguezais e restingas. O leste brasileiro é o centro de dispersão da subfamília Bromelioideae, à qual pertencem as espécies com maior capacidade de retenção de água, as bromélias-tanque.

Essa característica das bromélias-tanque se deve à posição de suas folhas, que se desenvolvem em espiral. Isso faz com que a água da chuva se armazene na base das folhas, tanto nas bainhas como na parte central da planta (denominada tanque, vaso ou copo), de onde emergem as folhas jovens. Como resultado, inúmeras espécies de organismos buscam associar-se às bromélias-tanque, onde en-

ESSE ESTUDO AVALIA OS EFEITOS DE DIFERENTES VARIÁVEIS DA ARQUITETURA DA BROMÉLIA-TANQUE, *NEOREGELIA CRUENTA*, ENCONTRADA NA RESTINGA DE MARAMBAIA (RJ), SOBRE A COMUNIDADE ANIMAL A ELA ASSOCIADA. QUANTO MAIS COMPLEXA A ARQUITETURA DESSA BROMÉLIA, MAIOR A ABUNDÂNCIA, A COMPLEXIDADE E A BIOMASSA DOS ORGANISMOS ANIMAIS QUE NELA SE ESTABELECEM

Maria Gabriella Nunes de Oliveira • Carlos Frederico Duarte da Rocha • Theresa Bagnall

Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

contram abrigo e água, elemento essencial para a sua sobrevivência.

Nessa comunidade de organismos associados que interagem entre si, muitos são predadores (lagartos, aranhas e lacraias), enquanto outros são presas (percevejos, besouros e baratas); muitos passam todas as horas do dia no interior das bromélias (larvas de besouros e de borboletas), outros ali ficam apenas uma parte do dia (pererecas e lagartos), deixando a planta temporariamente para se alimentar ou caçar; alguns vivem entre as folhas (baratas, cigarrinhas e grilos), outros permanecem na água armazenada (larvas de besouros e de libélulas).

Não só animais, mas também plântulas de espécies, como *Erythroxylum ovalifolium* (Erythroxylaceae), *Clusia fluminensis* (Clusiaceae) e algumas passifloráceas associam-se às bromélias-tanque, utilizando-as como sítio de germinação.

Em geral, o grau de complexidade de um ambiente influencia o da comunidade animal a ele associada. Assim, seria de esperar que, quanto mais complexa fosse uma bromélia-tanque, em termos de sua arquitetura (altura, diâmetro, volume total e número de folhas), maior seria a riqueza (número de espécies na comunidade).



Figura 1. Aspecto da vegetação da restinga de Barra de Maricá, sobressaindo a elevada densidade da bromélia *Neoregelia cruenta*.



Figura 2. Lagarto sincideo *Mabuya macrorhyncha*, que usa a bromélia *N. cruenta* para aquecer o corpo.



Figura 3. Plântula de uma das espécies vegetais da área, que utiliza o interior de *N. cruenta* como local apropriado para germinação e desenvolvimento inicial.

de), a diversidade (medida do grau de complexidade de uma comunidade, considerando-se não apenas o número de espécies, mas também quantos indivíduos representam cada uma delas) e a abundância (número total) de organismos a ela associados.

Num estudo que desenvolvemos com a bromélia-tanque *Neoregelia cruenta*, na restinga de Barra de Maricá (RJ), decidimos investigar também como a variação na complexidade da arquitetura dessa planta influenciaria os parâmetros das comunidades a ela associadas. Durante o desenvolvimento do estudo, pudemos conhecer as comunidades meso e macroscópica (animais com tamanho igual ou superior a 2 mm) de animais que nela vivem.

Os principais grupos de invertebrados que encontramos habitando o interior da bromélia foram Araneae (aranhas), Blattaria (baratas), Chilopoda (lacrarias), larvas e indivíduos adultos de Coleoptera (besouros), larvas de Lepidoptera (borboletas) e de Odonata (libélulas), Diptera (mosquitos), Homoptera (cigarrinhas), Hymenoptera (formigas), Hemiptera (percevejos), Gryllidae (grilos), Archaeognata e Zygentoma (ambos tisanuros).

Entre os vertebrados, identificamos anuros (pererecas) das espécies *Aparaphenodon brunoi*, *Oloolygon altera* e *Hyla truncata* e lagartos das espécies *Hemidactylus mabouia* e *Mabuya macrorhyncha*. O último foi observado quando utilizava a bromélia como sítio de assaolhamento (comportamento de exposição ao sol para aquecer-se, comum em algumas espécies de lagartos). Apenas os vertebrados limitam-se a passar parte da noite ou do dia no interior da planta: os demais vivem, em geral, permanentemente dentro dela, pelo menos durante uma fase da vida.

As diferentes variáveis da arquitetura que medimos (altura, diâmetro, número de folhas e volume da planta) e a quantidade de água encontrada no interior das bromélias-tanque foram relacionadas à riqueza, diversidade e abundância das comunidades de organismos, associadas através de métodos estatísticos apropriados. Com isso, nosso objetivo era avaliar se a complexidade de *N. cruenta* influenciaria significativamente os parâmetros das comunidades e qual o atributo de sua arquitetura influenciaria mais fortemente essas comunidades.

O estudo mostrou que, entre os atributos

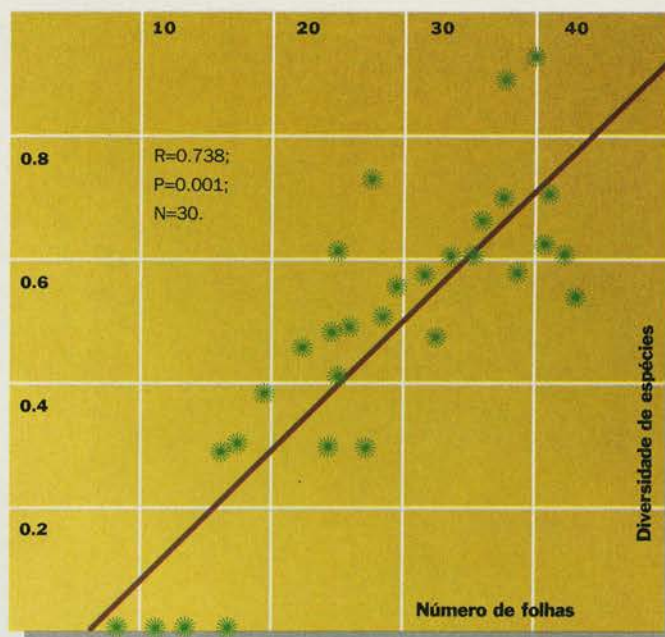


Figura 4. Relação entre o número de folhas da bromélia e a diversidade de organismos animais com mais de 2 mm na comunidade associada à bromélia *N. cruenta*.

tos considerados, o número de folhas foi a variável mais importante para as comunidades de animais associadas à planta. Do maior número de folhas decorre um maior número de microhabitats para a fauna instalada nas bromélias, que resulta em uma diversidade maior de espécies. O estudo mostrou também que todos os outros atributos também influenciam, embora de forma menos acentuada, essas comunidades.

Por outro lado, a quantidade de água no copo da bromélia não afetou significativamente a abundância, a diversidade e a riqueza das espécies animais associadas a *N. cruenta* que foram consideradas nesse estudo, isto é, organismos de tamanho igual ou maior que 2 mm. O que parece importante para determinar a permanência ou não dos organismos macroscópicos no interior da planta é a presença ou a ausência de água no tanque da bromélia, e não a quantidade. Esta pode variar de modo acentuado ao longo do dia, em virtude da evaporação ou da ocorrência de chuvas. Contudo, certamente para os organismos aquáticos e de tamanho inferior ao considerado no nosso estudo, a quantidade de água constitui um fator importante.

PLANO FHC

DIFICULDADES E RISCOS

NADA DESPREZÍVEIS

As linhas básicas do plano de estabilização do ministro da Fazenda, Fernando Henrique Cardoso, tornaram-se conhecidas oficialmente desde 7 de dezembro. É um programa em três etapas. A primeira seria o ajuste fiscal, que pretende eliminar o deficit orçamentário em 1994. A segunda consistiria na disseminação, voluntária, pela sociedade de um novo indexador, a URV. Este refletiria, na medida do possível, a inflação corrente e variaria, em princípio, junto com a taxa de câmbio. Finalmente, através de reforma monetária, o novo indexador seria transformado na moeda do país. A confiança nesta moeda seria assegurada por sua conversibilidade na moeda estrangeira e por regras rígidas para sua emissão, possivelmente subordinando a expansão monetária a variações das reservas.

Caio César Lock Prates da Silveira

Economista do Instituto de Economia Industrial (IEI) da UFRJ e consultor do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/BNDES

.....

O Plano FHC pretende criar condições para uma queda abrupta da inflação, que ocorreria por ocasião da reforma monetária. Neste sentido, não se trata de estratégia gradualista, ainda que implementada em etapas. As duas fases iniciais do Plano não contêm, a rigor, medidas capazes de reduzir a inflação, sendo provável até que esta se acelere por força da introdução da URV (questão retomada adiante). E, na fase final, se o Plano funcionar como imaginado, a inflação cairá de forma súbita, e não gradualmente. Assim, ao que tudo indica, a equipe econômica descartou o gradualismo – e, diga-se de passagem, com razão, dadas as enormes dificuldades para viabilizar-se, passo a passo, um recuo da inflação a partir dos níveis atuais. Aliás, como mostra a experiência mundial, hiperinflações ou altas inflações crônicas da magnitude atingida pela nossa costumam acabar subitamente, e não por métodos gradualistas.

Os instrumentos específicos com que se espera derrubar a inflação são outro aspecto importante da concepção do Plano. Deste ponto de vista, a estratégia adotada pode ser caracterizada como variante do programa de estabilização como “âncora cambial”. Como foi anunciado, a URV deverá acompanhar a desvalorização cambial diária, ainda que isto não represente um compromisso formal do Governo. Parece claro, no entanto, que sem relação constante entre URV e dólar a credibilidade do novo indexador ficaria

comprometida, o que forçará, na prática, o Governo a mantê-la. E, quando da reforma monetária, esta relação constante resultaria numa paridade fixa da nova moeda com o dólar. Taxa de câmbio fixa e ainda a decretação da conversibilidade da moeda nacional desempenhariam, então, papel central na estabilização, com o câmbio sendo usado como âncora da estabilidade dos preços. Também é possível que, durante algum tempo, exija-se lastro em reservas internacionais para a moeda, na tentativa de reforçar sua credibilidade. Com isto, haveria um teto para expansão monetária, dado pelo aumento das reservas.

Caso se confirmem as hipóteses acima – câmbio fixo, conversibilidade, moeda lastreada – o Plano FHC, na sua etapa final, seria semelhante ao programa de estabilização argentino (Plano Cavallo). É bem provável, no entanto, que, no nosso caso, não haja compromisso rígido com o câmbio fixo, tal como adotado na Argentina, dados os riscos que isso traria para a economia brasileira (atraso cambial possivelmente elevado, perda de competitividade da indústria, desequilíbrio do balanço de pagamentos, queda do nível de atividade etc.). E não existem ainda indicações claras sobre o regime monetário a ser implementado. Subordinar a criação de moeda ao seu lastro em reservas internacionais (regime monetário do tipo padrão ouro) já foi sugerido, como possibilidade, por membros da equipe econômica. Mas mesmo esta regra pode, eventual-

eventualmente, ser aplicada de forma apenas transitória, diferentemente da Argentina. De todo modo, o mais provável é que o Plano FHC desemboque numa variante mais flexível do Plano Cavallo. Neste hipótese, seu desafio será definir o grau de flexibilidade possível para um programa deste tipo sem comprometer-se, de forma irremediável, a estabilização.

AS diferentes etapas do Plano. A proposta de ajuste fiscal do Governo representa tentativa de contornar as dificuldades políticas e constitucionais hoje existentes para o equilíbrio orçamentário. Seria um ajuste transitório, com vigência por dois anos, até que a reforma da Constituição e a transferência de encargos do Governo Federal para estados e municípios viabilize o ajuste definitivo das contas públicas.

Até hoje, as indicações são de que o Congresso aprovará, na sua maior parte, as medidas propostas. As maiores resistências têm se concentrado na retenção de 15% das transferências constitucionais para estados e municípios. Mas esta representa apenas US\$ 2,7 bilhões num ajuste estimado em US\$ 16,3 bilhões (que seria o déficit potencial do orçamento em 1994). É verdade, porém, que nas projeções oficiais, o equilíbrio orçamentário pressupõe um extraordinário aumento da arrecadação do Governo Federal, que passaria de US\$ 67 bilhões, em 1993, para US\$ 84,6 bilhões, neste ano, e esta estimativa parece excessivamente otimista. De qualquer forma, diversos fatores concorrerão para o aumento da receita em 1994, como o IPMF (Imposto de Movimentação Financeira), a maior arrecadação com a Cofins (ex-Finsocial, cuja constitucionalidade foi afinal reconhecida pelo Supremo Tribunal Federal) e a recente elevação de impostos determinada por Medida Provisória. E o equilíbrio das contas do Governo Federal, ainda que em regime de caixa (com o Executivo contingenciando o orçamento, de modo a não gastar mais do que arrecada), parece um objetivo factível.

A eliminação do déficit público constitui, inegavelmente, pré-requisito básico para a estabilização, dada a virtual inexistência

hoje de fontes não-inflacionárias para seu financiamento. Mas o equilíbrio fiscal não produzirá, por si só, a queda da inflação. A ampla indexação de preços e salários existente na economia e a incapacidade do Banco Central de controlar a oferta de moeda (inerente ao regime vigente de moeda indexada com liquidez garantida pela autoridade monetária) seguiriam sustentando a inflação em níveis elevados. São estas dimensões do processo inflacionário que o Plano FHC pretende enfrentar na sua segunda e terceira etapas.

Quanto à indexação, o Plano sugere um caminho promissor, embora não isento de riscos. Rejeita, implicitamente, as tentativas dos Planos anteriores de desintexar a economia e recuperar o cruzeiro como unidade de conta e moeda confiável. E busca, ao contrário, estimular a mais ampla indexação, só que a um novo indexador não contaminado pela inflação passada (indiretamente o dólar). Após sua disseminação e razoável estabilização dos preços nesta unidade de conta, haveria uma reforma monetária extinguindo o cruzeiro e agregando a função de meio de pagamento ao indexador.

Essa dimensão do Plano corresponde a uma reedição da chamada "Proposta Larida", de meados dos anos 80. Consiste na tentativa de reproduzir "in vitro" o processo urdido pelas hiperinflações clássicas, de substituição de uma moeda irremediavelmente doente por uma moeda confiável, na qual os preços são desde o início estáveis. O cenário ideal para o sucesso do experimento seria aquele em que houvesse ampla adesão ao novo indexador e preços e salários fossem convertidos (voluntariamente) para a nova unidade de conta pela média de seus valores reais em cruzeiros dos últimos meses. Nessas circunstâncias, a transição para a terceira fase poderia ser feita sem que os males da inflação alta deixassem sequelas na nova moeda.

A adesão em larga escala à URV significaria, na prática, que preços e salários já teriam encontrado uma cotação razoavelmente estável na nova unidade de conta. E isto obviamente tornaria mais

fácil que, no momento da transformação do indexador em moeda, os preços ficassem estáveis na nova moeda. Mas como garantir a disseminação da URV?

Estímulo importante para o uso da URV virá do atrelamento da taxa de câmbio a este indexador, ou seja, indexar a URV equivalerá a uma forma legal de dolarização da economia. Mas talvez o principal indutor à sua adoção venha a ser a própria aceleração inflacionária. Neste caso, e na hipótese da URV acompanhar a alta da inflação, sua variação ficaria acima da inflação captada pelos índices de preços convencionais (que refletem, na prática, a inflação passada). E isto poderia favorecer bastante o uso do novo indexador.

Mas não basta a adesão à URV para gerar condições favoráveis à fase seguinte do Plano, a da reforma monetária e da estabilização dos preços. É indispensável que a conversão de preços para a URV se faça pelo seu valor real médio em cruzeiros, de forma a torná-la consistente com uma futura estabilidade de preços na nova moeda. Esta é uma dificuldade central do Plano, já que parece irrealista supor que – no curto período de tempo imposto pelo calendário político e sem controle de preços e/ou uma forte restrição de demanda – ocorra uma transição bem comportada de preços e salários para a nova unidade de conta. Admitindo-se que pelo menos uma parte dos preços será fixada em URV pelo seu valor de pico, pode-se esperar dois tipos de problemas a serem legados para a terceira fase do programa: desalinhamento de preços relativos e/ou atraso cambial.

Com um conjunto de preços sendo cotado em URV pelo pico, a difusão do novo indexador viria acompanhada de mudanças bruscas de preços relativos e – dada a ampla indexação da economia – de aceleração da inflação. O desequilíbrio de preços relativos, nesta fase, tenderia a "carregar" tensões inflacionárias para a nova moeda, na terceira fase, já que tornaria mais difícil a aceitação pelos agentes econômicos dos preços praticados no momento da reforma monetária.

Outro problema que poderia ocorrer seria o de um atraso cambial. Indepen-

dentemente do maior ou menor alinhamento dos preços relativos, existe o risco de que o reajuste de preços e salários pelo pico venha a ser mais regra do que exceção, de tal modo que o nível geral de preços fique muito alto em URV. Admitindo que a URV mantenha uma paridade fixa com o câmbio, isto significaria que os preços domésticos se tornariam muito altos em dólar. Em outras palavras, a moeda doméstica ficaria sobrevalorizada e a economia perderia competitividade externa.

A sobrevalorização cambial, note-se, pode ocorrer mesmo que o Governo disponha das melhores indicações possíveis para

estimar a inflação corrente. Isto porque, com o conjunto dos preços cotados em URV, qualquer elevação da URV, para tentar acompanhar uma aceleração da inflação em cruzeiros, provocaria automaticamente uma elevação equivalente nos preços em cruzeiros frustrando a tentativa de emparelhamento. A questão aqui é que, uma vez que uma massa crítica de preços esteja cotada em URV, o comportamento da inflação em cruzeiros não é mais uma variável independente do próprio comportamento da URV, como seria requerido para que o Governo pudesse corrigir uma defasagem da URV. A nova unidade monetária, a URV, entraria pois em circulação com um problema congênito de sobrevalorização.

As dificuldades acima decorrem, em última análise, de conversões de preços para a URV pelo pico, que produziram aceleração inflacionária, mudanças significativas de preços relativos e, se generalizadas, preços em URV muito elevados em média (cuja contraface seria o atraso cambial). Para evitar ainda, na segunda etapa do Plano, estes problemas, os instrumentos à disposição do Governo serão juros elevados e austeridade fiscal (na tentativa de conter via demanda a alta dos preços) e o escalonamento da transição

para a URV (para que sua difusão se dê apenas gradualmente). Ocorre que restringir o uso do novo indexador pode levar a um prolongamento excessivo da segunda fase, o que entra em conflito com o calendário eleitoral. Este é um dilema com que se defrontará a política econômica: permitir rápida difusão da URV, correndo os riscos apontados, ou manter o máximo de cautela neste processo, ainda que às custas de retardar a etapa final do Plano?

fiscal. Dificilmente seria possível prescindir, neste momento, de uma política de rendas como instrumento complementar da política de estabilização.

A mudança da lei salarial e a fixação do salário mínimo será outro ponto crítico desta etapa. Se não for possível converter os salários (em particular, o salário mínimo) para a URV por algo próximo da sua média real atual, não haverá qualquer chance de êxito do Plano. Não é difícil prever os obstáculos políticos para isto, inclusive dentro do Governo.

Por fim, a estabilização exigirá mudança drástica do regime monetário, com a rede-

AS COBRAS/Luis Fernando Verissimo



A estabilização propriamente dita, terceira etapa do Plano, poderá, provavelmente, ser implementada distante das condições desejadas, se o Governo for pressionado pela aceleração da inflação e pelo calendário eleitoral. De um lado, a transição para novo indexador pode ter sido apenas parcial, isto é, não existiria ainda qualquer estabilidade de preços em URV. E com a agravante de que uma eventual aceleração inflacionária/mudança de preços relativos durante a segunda fase teria gerado tensões inflacionárias adicionais para o dia D da estabilização. De outro, pode ter ocorrido uma forte migração para a URV, mas com preços fixados nesta unidade de modo inconsistente com sua estabilidade na nova moeda.

A ocorrência provável de quaisquer destes "desvios" em relação a uma situação hipotética ideal para o início da terceira etapa não determinará necessariamente o fracasso do Plano. Mas provavelmente resultará numa inflação residual não muito baixa ou numa inflação reprimida (pelo atraso cambial) após a reforma monetária. Este quadro adverso exigirá firme compromisso do Governo com a estabilização para abordar pressões por reindexação da economia e abrandamento das políticas monetária e

finição do conceito de moeda e das regras para a sua criação. Esta mudança é essencial para reverter as expectativas inflacionárias e dar confiança à moeda. Mas ela mesmo parte de amplo conjunto de medidas (fiscais e para desinercializar a inflação) que estejam viabilizando a estabilização. Sem estas, não será possível mudar o regime monetário de forma crível e sustentável.

Muitas dificuldades e riscos não desprezíveis deverão, portanto, ser enfrentadas. Mas, o Plano representa tentativa coerente para atacar, em condições políticas e econômicas adversas, três dimensões básicas do processo inflacionário:

- o desequilíbrio fiscal,
- a inércia e
- a falta de confiança na moeda.

Deve-se ter em conta que uma opção por simplesmente "empurrar com a barriga" a economia até a posse do novo Governo não parece defensável. A inflação já extremamente elevada e em ascensão combinada com as incertezas associadas à sucessão presidencial (e com as medidas a serem tomadas pelo novo Governo) tornariam extremamente elevado o risco de fuga de capitais e hiperinflação nos meses finais do Governo Itamar Franco.

O efeito estufa e a queima de combustíveis fósseis no Brasil

Luiz Pinguelli Rosa

José Cesário Cecchi

*Coordenação de Programas de Pós-graduação de Engenharia (COPPE),
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*





O consumo global de energia por habitante no Brasil é baixo e a parcela de energia renovável é alta, o que representa uma vantagem em termos de emissão de gases. Por outro lado, as queimadas na Amazônia liberam mais gases de efeito estufa do que a queima de combustíveis fósseis no Brasil.

A proposta deste artigo, que se originou de um projeto de pesquisa do qual participaram Maurício Tomasquin, Emílio La Rovere, Suzana Ribeiro e Marco Aurélio dos Santos, é discutir a intensificação do efeito estufa e sua repercussão no planejamento do setor energético, considerando-se a tendência e a contribuição do consumo de energia pelos diferentes setores da economia, já que a geração de energia é, em grande parte, responsável pela emissão de gás carbônico (CO_2), o principal dos gases antropogênicos causadores desse efeito.

Não se pode, hoje, fazer um planejamento energético sem considerar as causas e consequências do efeito estufa. Para isso, comparou-se o caso brasileiro com o de países desenvolvidos para mostrar as vantagens e desvantagens das soluções energéticas adotadas, além de cotejar diferentes opiniões de especialistas internacionais.

O grupo da COPPE calculou as emissões de carbono em diferentes cenários, chegando-se a algumas conclusões e recomendações, a partir da discrepância entre os resultados aqui obtidos e os de estudos de alguns outros autores.

O grau de intervenção do homem na natureza chegou a tal ponto, com risco de causar catástrofes planetárias, que a comunidade científica tem passado para a sociedade algumas de suas preocupações, como por exemplo: o inverno nuclear, o buraco na camada de ozônio e o efeito estufa.

Essas preocupações decorrem de uma complexa combinação entre teorias bem fundamentadas, dados experimentais – com alguma margem de erro – e modelos *ad hoc* bastante polêmicos.

Não faz muito, anos houve a discussão do inverno nuclear, que poderia advir de um confronto militar nuclear entre as superpotências. Felizmente, os acontecimentos na União Soviética e no Leste Europeu abriram caminhos para afastar essa questão, independentemente de qualquer conclusão científica para a polêmica, numa solução política até há pouco considerada impossível.

Embora a questão nuclear continue importante, uma vez que EUA, CEI (ex-URSS), Inglaterra, França e China mantêm seus arsenais, países como Israel e Índia possuem bombas nucleares e outros como o Paquistão estejam desenvolvendo tecnologias nucleares próprias, o perigo da guerra total foi substituído pelo de conflitos localizados.

Em relação ao buraco na camada de ozônio e ao efeito estufa, entretanto, são necessárias soluções de política ambiental, tecnológica e energética.

A destruição do ozônio do topo da atmosfera é causada pela emissão de gases de cloro-flúor-carbono (CFC) por determinadas atividades industriais e produtos que estão sendo proibidos, restringidos ou substituídos através da regulamentação de vários países, após o Protocolo de

Montreal, de 1987. Assim, há um caminho embora a questão continue polêmica e alguns derivados alternativos do CFC, antes considerados seguros, já causem dúvidas e ameacem trazer novos problemas.

Hoje, a questão que permanece mais preocupante para muitos cientistas no mundo é a intensificação do efeito estufa, cujo debate atingiu a opinião pública através da imprensa, e tem sido algumas vezes mal explicado.

Enquanto no inverno nuclear os modelos estudavam possíveis efeitos de nuvens de partículas e gases lançados à atmosfera, os quais, impedindo a penetração de luz solar, resfriariam a Terra, no efeito estufa, os gases lançados para a atmosfera pelas atividades humanas impedem a saída da energia radiante infravermelha emitida pela Terra – aumentando a temperatura em sua superfície. Já o desgaste da camada de ozônio permite a passagem de raios ultravioletas de origem solar, que causam danos ao homem e ao equilíbrio ecológico da Terra.

Nos três casos, estão envolvidos os delicados processos de entrada e saída da radiação eletromagnética no planeta, pela variação da proporção de certos gases na atmosfera, afetando potencialmente as condições de equilíbrio para a vida humana.

Mas além das semelhanças desses efeitos, há diferenças não menos relevantes entre eles, como mostra a figura 1. A peculiaridade do efeito estufa é dada pela dificuldade do controle de CO₂, em função de suas múltiplas fontes, do longo tempo de permanência na atmosfera e de sua origem em inúmeras atividades humanas. Entre estas, interessam

Figura 1. Possíveis efeitos catastróficos para a atmosfera global

PROBLEMA	INVERNO NUCLEAR	BURACO NA CAMADA DE OZÔNIO	EFEITO ESTUFA
Atividade humana causadora	Guerra nuclear	Produtos industriais	Setor energético industrial, transporte, agricultura e desflorestamento
Emissões para a atmosfera	Partículas de gases (fumaça)	Cloro-flúor-carbonos (CFCs)	CO ₂ , CFC, CH ₄ e outros gases
Efeito imediato na radiação eletromagnética	Obstrui entrada da luz solar	Destruição da camada de ozônio. Permite maior entrada de raios ultravioletas	Bloqueio na saída de raios infravermelhos
Consequência global	Diminui temperatura	Prejudica seres vivos	Aumento de temperatura
Dados empíricos	Efeito de emissões vulcânicas. Efeitos de explosões nucleares	Verificação do buraco na camada de ozônio	Medidas de CO ₂ , concentração na atmosfera e glaciação, Atmosfera de Vênus
Conhecimento teórico	Modelos não consensuais, incerteza no nível do efeito (outono nuclear)	Bom conhecimento da dinâmica do processo. Modelos razoáveis	Bom nível de conhecimento do aumento de CO ₂ e bloqueio de raios infravermelhos. Incerteza sobre o efeito do clima
Solução	Em via de solução pela distensão leste-oeste, diminuindo o risco de guerra total	Regulamentações sendo feitas, redução e substituição do uso de produtos com CFC	Medições na redução da emissão de CO ₂ são difíceis de se obter. É necessário uma convenção internacional

aqui a produção e o consumo de energia.

Dadas as divergências entre opiniões expressas em trabalhos científicos sobre o efeito estufa, há necessidade de esclarecer alguns de seus aspectos específicos de interesse do público, dos planejadores e de profissionais de várias áreas, não especializados no assunto e chamados ao debate interdisciplinar. Por essa razão, faremos uma revisão simplificada do atual estado do conhecimento sobre o assunto, apontando as dúvidas que permanecem.

Problemas ambientais do Brasil

No caso brasileiro, os impactos ambientais tornaram o país alvo de diversas discussões internacionais, principalmente pela devastação da floresta Amazônica, seja por queimadas para a agropecuária e mineração, seja pela instalação de grandes hidrelétricas.

O problema ambiental de emissão excessiva de CO_2 à atmosfera está presente na utilização dos derivados de petróleo, do gás natural, do carvão do mineral, da lenha e do carvão vegetal, mas pouco tem a ver com a geração de energia elétrica no Brasil, predominantemente hidrelétrica. Um estudo da emissão de gases pela decomposição da biomassa submersa pelos reservatórios de hidrelétricas na Amazonia está sendo feito pela COPPE em colaboração com a Universidade de São Paulo – USP/São Carlos e a Eletrobrás.

Ainda assim, é importante a contribuição de um programa de conservação de energia no Brasil. A Secretaria de Indústria e Comércio, entre os anos 70 e 80, tentou implementar tal programa, sem grandes resultados. Posteriormente, a Eletrobrás criou o Programa de Conservação de Energia Elétrica – Procel. Hoje, há outras iniciativas nesse sentido, mas é cedo para avaliar seus resultados.

Por outro lado, o Programa Nacional do Alcool (Pró-álcool), ao substituir a gasolina, contribui certamente para menor emissão de CO_2 . Esse programa hoje está em crise mas, se bem administrado, pode propiciar uma fonte de energia menos poluente. A cana-de-açúcar usada para a fermentação do álcool (que ao ser queimado produzirá CO_2) é replantada, absorvendo portanto CO_2 da atmosfera, em um balanço equilibrado.

Quanto a esse aspecto ambiental, o impacto do Pró-álcool foi significativo: no Brasil, 4 milhões de carros são movidos a álcool puro, e a frota restante de veículos leves utiliza gasolina também misturada ao álcool. A frota brasileira de veículos corresponde a cerca de 3% da mundial, e desse modo houve uma contribuição brasileira na redução de CO_2 .

Nas discussões internacionais em curso, inclusive no Painel Intergovernamental, que reúne vários países, o Brasil deveria usar dois argumentos para pressionar a redução das emissões de CO_2 nos países desenvolvidos: o programa do álcool e o uso de hidrelétricas ao invés da queima de combustíveis fósseis para geração de eletricidade. Mas, atualmente, tanto a geração de energia elétrica quanto o programa do álcool (figura 2) enfrentam crises.

Com relação à eletricidade, a recomendação do Banco Mundial para a privatização do sistema Eletrobrás e a

Figura 2. Participação de veículos a álcool nas vendas totais de automóveis (números redondos)

1979	- 0,3	2º choque do petróleo
1980	- 28%	
1981	- 29%	
1982	- 38%	
1983	- 88%	
1984	- 95%	
1985	- 96%	 queda acentuada do preço do petróleo
1986	- 92%	
1987	- 94%	
1988	- 88%	
1989	- 61%	 crise do álcool
1990	- 13%	 importação de metanol

FONTE: COPPERSUCAR

dificuldade dos investimentos necessários para o término das obras de hidrelétricas dão margem a projetos de centrais térmicas com financiamento próprio. É interessante observar que na revisão do Plano 2010 da Eletrobrás houve uma forte redução da construção de hidrelétricas, em geral adiadas, dando proporcionalmente maior espaço à geração termelétrica com uso de carvão e óleo (resíduo asfáltico) (figura 3). Dentre as termelétricas, apenas a nuclear não contribui para o efeito estufa. Adotando-se essa política, haverá um aumento de coeficiente de CO_2 por KWh de energia elétrica gerada no Brasil.

Por outro lado, há a questão dos impactos ambientais das hidrelétricas e de seus efeitos sobre as populações deslocadas pelos reservatórios de água e sobre as populações ribeirinhas, a jusante e a montante das barragens, afetadas pelas mudanças de regime dos rios. Na Amazônia, esse problema é agravado pela inundação da floresta e de terras indígenas. A usina de Balbina é um exemplo desses problemas. A preservação da Amazônia é essencial, não só por causa do efeito estufa, mas por tratar-se de um patrimônio genético singular e por sua grande importância social para as populações daquela região.

No caso do álcool, a crise foi provocada pela ausência de planejamento, que permitiu excessivo crescimento da frota de carros a álcool em relação à gasolina, que passou a sobrar, enquanto faltava álcool. Como resultado, em 1990 e 1991, caíram muito as compras de carros novos a álcool e dispararam as de carros a gasolina, revertendo a tendência pela perda da credibilidade do programa do álcool.

O efeito estufa: o Brasil e o quadro internacional

A queima de combustíveis fósseis, a perda de cobertura vegetal e algumas atividades agrícolas e industriais vêm causando o acúmulo de gases (CO_2 principalmente, mas também metano, CFCs, e outros gases de efeito estufa) na atmosfera. O teor atmosférico de CO_2 passou de 280 ppm (partes por milhão, em volume), antes da Revolução Industrial, para 340 ppm em 1980. Estima-se que, mantidas as tendências atuais, já na década de 2030 venha-se a atingir a marca de 560 ppm, o dobro do nível correspondente à era pré-industrial.

Esses gases, sem afetar a entrada da radiação solar incidente, impedem a passagem do calor reemitido pela Terra. Isto contribui para aquecer o globo terrestre, aumentando o chamado 'efeito estufa', e tal aquecimento poderá vir a causar importantes alterações climáticas.

Modelos de simulação indicam que, para uma duplicação do nível de CO₂, haveria uma elevação das temperaturas médias da superfície terrestre de 1,5 a 4,5°C, sendo o aquecimento mais pronunciado durante o inverno nas latitudes mais altas que no equador. Isto poderia fazer o nível dos oceanos subir de 25 a 140 cm, afetando as cidades costeiras e as áreas agrícolas mais baixas. Além disso, essas variações climáticas mudariam os regimes pluviais, e muitos países poderiam sofrer graves desequilíbrios em suas estruturas econômicas, sociais e políticas.

Outros modelos, porém, chegam a variações menores de temperatura, partindo das mesmas hipóteses de aumento de concentração atmosférica de gases de efeito estufa. Na verdade, no atual estágio do conhecimento o grau de incerteza sobre os impactos ambientais globais do aumento do efeito estufa ainda é bem elevado. Corre-se o risco de que a superação dessas incertezas sobre o fenômeno só ocorra quando for tarde demais para controlá-lo.

O controle desse efeito, a curto e médio prazos, só pode ser garantido pela contenção da queima de combustíveis fósseis nos países industrializados (que com 29% da população mundial são responsáveis por 84% do consumo energético global), através da adoção de medidas de conservação de energia. Por outro lado, nenhum país dispõe sozinho dos meios para tratar as alterações climáticas globais. É necessário um acordo internacional para promover o acompanhamento e o estudo do efeito estufa e estabelecer uma política comum para reduzir a emissão dos gases que o provocam.

Estudos internacionais vêm situando o Brasil em posição de destaque quanto às emissões atuais de gases de efeito estufa. Contrariamente ao que ocorre nos países industrializados, no Brasil a contribuição do desmatamento para as emissões é

significativamente maior que a do uso de energia: primeiro lugar mundial nas emissões oriundas do desmatamento e 15º a 20º lugar nas emissões devidas ao uso de energia.

Nas projeções e análises, deixando-se de lado outros gases que contribuem menos, calcula-se o valor correspondente às emissões de CO₂. Registra-se um largo espectro de estimativas para as atuais emissões brasileiras causadas pelo desmatamento: 540 Mt C/ano (milhões de toneladas de carbono por ano), segundo o *World Resources Institute*, 454 Mt C/ano para N. Myers (1991) e de 290 a 410 Mt C/ano para Eustáquio Reis e Sérgio Margulis (Instituto de Planejamento Econômico e Social – INPES, 1990) por exemplo. Os últimos autores estimaram apenas a contribuição da Amazônia, mas ainda assim há discrepâncias causadas por diferentes hipóteses sobre a superfície desmatada e densidade de biomassa da floresta.

De todo modo, a contribuição do uso de energia no Brasil para o aumento do efeito estufa é significativamente inferior. Considerando apenas as emissões de CO₂, as estimativas deste trabalho são de 73 Mt C/ano para 1990. Isto corresponde a pouco mais de 1% das emissões globais, contra 4,7 a 6,6% do desmatamento da Amazônia (segundo Reis e Margulis, 1990).

O relativamente baixo valor das emissões de CO₂ devidas ao uso de energia se explica pela grande participação da hidreletricidade e de biomassas renováveis na matriz energética brasileira. Mais de 90% da eletricidade consumida no país é gerada em centrais hidrelétricas. O álcool contribui com metade da energia consumida pelos automóveis brasileiros. O bagaço da cana fornece mais de 6% de todo o consumo energético nacional. Diante da imprecisão dos dados disponíveis referentes à lenha, considerou-se que apenas 20% da lenha (incluindo seu uso na forma de carvão vegetal) consumida no setor residencial era oriunda de desmatamento, contribuindo assim para o aumento do efeito estufa. Nos demais setores de uso de lenha, supôs-se que essa proporção se invertia (80% da lenha oriunda de desmatamentos).

Segundo essas hipóteses, em 1990, o petróleo contribuiu com 58% das emissões de CO₂, a lenha com 16%, o carvão vegetal com 10%, o carvão mineral com 12% e o gás natural com 4%.

Dos setores de uso final, o maior responsável por emissões de CO₂ foi o industrial com 38%, seguido do de transportes com 33%, do residencial com 10%, do agropecuário com 7%, das transformações energéticas com 6%, do energético com 5% e do

Figura 3. Número de obras de hidrelétricas, termelétricas e nucleares adiadas na revisão do Plano 2010 pelo Plano Decenal 1990-1999

Nº DE ANOS DE ADIANTAMENTO DA OBRA		<0	1	2	3	4	>5	POTENCIAIS VARIÁVEIS POR OBRAS
Nº de obra	Hidrelétricas	2	8	11	17	14	35	de 19 a 600 MW
	Termelétricas	3	8	1	1	0	0	de 50 a 315 MW
	Nucleares	0	0	0	2	0	0	1300 MW cada

Obs.: Enquanto 49 obras de hidrelétricas (grandes e pequenas) foram adiadas por 4, 5 ou mais anos e 19, por 2 ou 3 anos, foram incluídas 3 termelétricas não previstas no Plano 2010 (de resíduo asfáltico, 2 grandes). Oito foram adiadas por apenas 1 ano (4 quatro grandes a carvão) e apenas 2 foram adiadas por mais de 2 anos (pequenas). Dois reatores nucleares (Angra) foram adiados por 3 anos, mas não contribuem para a emissão de CO₂. Estão excluídas as ampliações e a usina de gás a ser feita na Bolívia (grande) para gerar eletricidade a ser importada pelo Brasil.

FONTE: ELETROBRÁS, PLANO DECENAL 1990-1991, GCPS: 1989, ADRIANO PIRES RODRIGUES, SEMINÁRIO NA COPPE/UFRJ, JULHO DE 1990.

comercial e público com 1%.

A principal contribuição brasileira para deter o avanço do efeito estufa teria de vir, naturalmente, da redução do desmatamento, em particular na Amazônia. Algumas medidas de política energética, porém, também podem contribuir nesse sentido, e podem estar sujeitas a menores dificuldades para sua implementação.

A mais importante, sem dúvida, é promover a conservação de energia, em diferentes níveis, através de um aumento do rendimento energético global, de modo que as necessidades econômicas e sociais sejam atendidas com um menor consumo de energia. Outras medidas que podem contribuir para a redução do efeito estufa são: a substituição do uso de combustíveis fósseis por fontes energéticas renováveis (por exemplo, hidreletricidade, bagaço de cana, lenha e carvão vegetal de reflorestamentos, outras biomassas, energia solar) e o maior uso de gás natural em lugar de derivados de petróleo e carvão mineral.

O aproveitamento da energia produzida a partir da biomassa florestal (dendroenergia), de forma renovável e racional, poderá contribuir significativamente para controlar o aumento do efeito estufa. Florestas plantadas fixam CO₂ durante seu período de crescimento, retirando-o da atmosfera.

Projetos de reflorestamento oferecem alternativas para redução do aquecimento global, a um custo muito inferior ao de outras medidas cogitadas para retirar CO₂ da atmosfera, como sua captação em centrais termoeletricas ou propostas exóticas de seu armazenamento em cavernas no fundo dos oceanos. Um bom exemplo é o projeto Floram – Florestas para o Meio Ambiente, elaborado recentemente no Instituto de Estudos Avançados da USP, sob a coordenação de Aziz Ab'Sáber, que propõe reflorestar cerca de 20 milhões de hectares em um período de 30 anos, envolvendo um investimento de 22,5 bilhões de dólares. A implantação desse projeto seria capaz de absorver 5 bilhões de toneladas de carbono da atmosfera. Isto significa que um único programa de reflorestamento, em escala nacional, poderia fixar mais de 4% do excedente de carbono acumulado na atmosfera até hoje, estimado em 115 bilhões de toneladas.

Além do reflorestamento, é preciso assegurar uma adequada transformação e utilização final da biomassa florestal para garantir a retenção do carbono, impedindo seu retorno à atmosfera, o que realimentaria o efeito estufa. Uma



possibilidade seria aproveitá-la como matéria-prima industrial, como por exemplo na construção civil e na fabricação de móveis e objetos. Outra alternativa seria seu uso energético em substituição a outros combustíveis que acarretam níveis superiores de emissão de gases de efeito estufa.

Em todo o Terceiro Mundo, a lenha e o carvão vegetal ainda hoje são produzidos, transformados e utilizados empregando-se tecnologia de baixa eficiência e de forma não renovável, em sua maior parte. Menos de 30% de todo o carvão vegetal consumido na indústria siderúrgica brasileira, por exemplo, é obtido a partir de reflorestamentos, e a tecnologia empregada para produzi-lo é de baixo rendimento, provocando enorme desmatamento. Se o carvão vegetal fosse produzido em fornos de alta eficiência, a partir de lenha obtida de forma renovável, seria possível multiplicar o alcance dos reflorestamentos no combate ao efeito estufa, e estes contemplariam uma superfície bem superior à desmatada. O emprego de modernas tecnologias de combustão e gaseificação de lenha e carvão vegetal também poderia contribuir para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

Questões metodológicas

Os resultados deste trabalho, decorrente de um projeto de pesquisa do qual participaram também Maurício Tolmasquin, Emílio Lèbre La Rovere, Suzana Ribeiro e Marco Aurélio dos Santos, foram comparados com o de Ketoff e Graça e com o de Moreira, Poole e Zylberstajn, ambos de 1991, registrando-se discordâncias que levam à recomendação de novos estudos, para chegar a uma metodologia consistente a partir de hipóteses consensuais e de uma base comum de dados.

Como calcular a emissão de carbono

Há duas maneiras de se realizar o cálculo da emissão de carbono pelo sistema energético. A mais simples e usual é considerar os dados de consumo de energia primária, sem levar em conta suas transformações nos diversos derivados energéticos de uso final. Nesse caso são usados coeficientes globais para cada forma de energia primária. Deve-se ter o cuidado de contabilizar, além da produção nacional e da importação de energia primária (petróleo, carvão mineral), a importação e a exportação de energia secundária ou de energia final (derivados de petróleo, coque), bem como perdas e reinjeção (gás natural).

Uma limitação desse procedimento é a dificuldade em distribuir a emissão de carbono entre indústria, transporte, serviços, residencial, agrícola e outros setores, pois o balanço energético não traz a informação dos tipos de energia consumidos por cada área. Outro problema está no erro dos coeficientes globais que não levam em conta os efeitos dos processos de emissão de gás carbônico (CO_2) nos centros de transformação de energia.

A melhor maneira de se estimarem as emissões é trabalhar com os dados de energia final, distribuídos pelos diversos

setores. Nesse caso, deve-se tomar o cuidado de contabilizar separadamente o consumo final de energia primária (como a lenha, o gás natural) do consumo dessa energia primária nos centros de transformação (refinarias, coquearias, centrais elétricas, carvoarias).

A partir do cálculo das emissões oriundas das diversas formas de energia final, é possível obter as emissões por cada forma de energia primária através da soma das emissões de todas as formas de energia final dela derivadas. O resultado será diferente daquele obtido diretamente dos dados de consumo de energia primária. No caso da lenha, por exemplo, essa diferença é grande.

Um equívoco comum em trabalhos internacionais sobre energia no Brasil é a consideração da lenha, originada de desmatamento, como sendo totalmente não renovável, o que torna exagerada sua contribuição para a emissão de CO_2 . Um outro problema, encontrado em projeções prospectivas e em construção de cenários, é a distorção da participação setorial e das fontes de energia na análise da contribuição do sistema energético brasileiro para o efeito estufa, quando não se leva em conta a lenha.

O resultado aqui obtido, de 73,4 Mt C (megatonelada de carbono emitido sob a forma de CO_2) para o ano de 1990 é muito superior ao de Ketoff e colaboradores (45 Mt C em 1985) e maior do que o de Moreira e colaboradores (66 Mt C em 1990). Também nas estruturas percentuais das emissões há uma mudança significativa em relação às estimativas anteriormente disponíveis. Ketoff estimou que a maior parte das emissões (45,6%) vem do setor de transportes, enquanto em nosso trabalho ela vem da indústria. Para Moreira, a contribuição da lenha e do carvão vegetal corresponde a apenas 14% da emissão total de CO_2 , bem menor do que a calculada neste trabalho (26%).

A discrepância entre o presente trabalho e o de Ketoff e colaboradores é explicável, pois eles não consideram a contribuição da lenha. Trata-se de uma diferença de método, podendo-se incluir a lenha no cálculo das emissões de CO_2 , como é feito aqui, ou excluí-la, deixando-a para ser computada a partir do estudo do desmatamento. Neste caso, o problema é como tratar corretamente a emissão na combustão da lenha para produzir carvão vegetal, pois nesse processo parte do carbono é incorporado em moléculas de outros gases que não o CO_2 ou CO.

Por outro lado, no trabalho analisado a emissão de CO_2 da biomassa usada para fins energéticos é considerada nula, com exceção daquela oriunda dos combustíveis fósseis usados em tratores e veículos. Embora isto seja verdade para o álcool e para o bagaço, cujas emissões líquidas são anuladas pela recaptura do carbono no crescimento da cana, no caso da lenha uma substancial parte vem de desmatamento, logo não é renovável, causando emissões. Quanto ao álcool, ao se

fazer a estimativa de emissões a partir do balanço energético, a contribuição do diesel não deve ser computada no álcool, para evitar dupla contagem.

Mesmo subtraindo a lenha e o carvão vegetal, nosso resultado (49 Mt C em 1980) é muito superior ao de Ketoff, sendo necessário buscar outras razões para a discordância.

Estas discrepâncias podem também vir do uso de diferentes coeficientes técnicos não explícitos nos cálculos dos diversos autores. Neste trabalho, foram usados os coeficientes da OCDE (1991) para os combustíveis fósseis e gerados coeficientes próprios para a biomassa, a partir de dados do CETEC no Brasil.

Uma outra fonte potencial de divergências, em cálculos deste tipo, é o uso de dados sobre energia primária para calcular diretamente a emissão de carbono. Embora seja muito simples e prático para cálculos preliminares, esse método introduz uma incerteza grande, porque os coeficientes de emissão das fontes de energia primária não levam em conta a diversidade de formas secundárias de energia derivadas destas fontes e os processos de transformações com emissões diferenciadas.

Já na comparação do presente resultado com o de Moreira e colaboradores, que inclui a contribuição da lenha, verifica-se também uma discrepância tanto no total, quanto na estrutura percentual da emissão de CO_2 por fontes de energia. Eles obtiveram 9 Mt C oriundos do uso da biomassa, enquanto aqui a contribuição da lenha e do carvão vegetal é de 19,8 Mt C – mais que o dobro. Uma das causas dessa diferença pode estar na utilização da base de dados. Aqueles autores citam dados de consumo de energia de 1990 não consistentes com os que usamos (Balanço Energético

Nacional, 1991). Eles consideraram que, em 1990, 36% da energia consumida vieram de combustíveis fósseis, 38% de hidreletricidade e 25% de biomassa, totalizando 158,7 MtEP. Há uma pequena diferença entre este total e o consumo final energético de 1991, que foi de 159,7 MtEP. Esta não é, porém, a questão principal.

O problema maior é que uma parcela significativa da energia consumida sob forma de fonte primária nos centros de transformação não está incluída no consumo final apresentado no balanço energético. Esta parcela inclui o carvão consumido nas coqueiras (não incorporado ao coque e nem transformado em gás energético ou alcatrão) e nas centrais elétricas, bem como a lenha consumida nas carvoarias (não incorporada ao carvão vegetal). Moreira e colaboradores não computam essas parcelas ao tomarem como dado de entrada o consumo final, excluindo a energia primária consumida (não-transformada) nos centros de transformação. Em particular, no caso da lenha, eles não podem assim levar em conta corretamente a emissão da combustão nas carvoarias.

Outra diferença está na hipótese sobre a parcela renovável da lenha. Embora este trabalho coincida com o de Moreira quanto à lenha residencial (20% não-renovável), discorda no caso da lenha industrial, que aqui se considerou como 80% não-renovável contra um percentual, estimado por Moreira, de 50%. A não inclusão do consumo energético das carvoarias acarretou uma enorme discrepância no cálculo da emissão gerada pela lenha e pelo carvão vegetal.

Por outro lado, excluindo-se a lenha, a emissão dos combustíveis fósseis encontrada pelos autores em questão foi de 57 Mt C, mais próxima do presente resultado (53,6 Mt C em 1990) do que na comparação prévia com os de Ketoff e colaboradores. Nos cenários, há também uma discrepância muito grande entre a emissão prevista por estes últimos autores para o ano de 2025 (143 Mt C) e a calculada neste trabalho, com base nos cenários da comissão de revisão de matriz energética brasileira, para o ano 2010 (241 Mt C no cenário tendencial e 203 MtC no cenário alternativo alto).

A matriz energética brasileira e a proteção atmosférica global

Desde a Revolução Industrial, os países do hemisfério norte vêm lançando na atmosfera grandes quantidades de poluentes. A explosão do consumo de combustíveis fósseis provocou a elevação do teor atmosférico de CO₂, principal causa do aumento do efeito estufa. Sua responsabilidade nesse campo é inequívoca. Em menor escala, estimada na ordem de 9%, o desmatamento também contribui para o aumento do efeito estufa. A Europa e a América do Norte foram responsáveis por grandes desmatamentos no passado.

Na verdade, a contribuição global, em termos quantitativos, da queima de biomassa florestal para fins energéticos é muito inferior àquela causada pelo desmatamento com outras finalidades, em particular a expansão de fronteiras agrícolas e a realização de grandes projetos agropecuários, madeireiros, siderúrgicos e de mineração.

Figura 4. Cenário futuro de emissão de carbono, segundo cálculos a partir da estimativa da comissão de reexame da matriz energética. Unidade: KG C x 10⁶

CENÁRIO TENDENCIAL ALTO		
FONTES NÃO-RENOVÁVEIS/ANO	2000	2010
Petróleo	82.442,8	141.343,4
Gás natural	8.073	15.180
Carvão mineral	19.455,2	34.574
FONTES RENOVÁVEIS		
Lenha	39.345,2	50.065
Total das emissões	149.316,2	241.162,4
CENÁRIO ALTERNATIVO ALTO		
FONTES NÃO-RENOVÁVEIS/ANO	2000	2010
Petróleo	71.618,8	106.526,2
Gás natural	8.487	16.077
Carvão mineral	17.814,4	28.714
FONTES RENOVÁVEIS		
Lenha	41.877,9	51.949,8
Total das emissões	139.798,1	203.267

FONTE: MIF - RELATÓRIO DA COMISSÃO DE REEXAME DA MEN, ABRIL 1991

Conter esse desmatamento não é importante apenas para a preservação do meio ambiente global, mas certamente será benéfico para o desenvolvimento a longo prazo. Não se pode ignorar, entretanto, as dificuldades de ordem financeira, econômica, social, política e cultural para combater esse processo. É falso considerar, como algumas análises vêm propalando, que os custos do combate ao aumento do efeito estufa sejam inferiores no Terceiro Mundo. No caso brasileiro, a complexidade da luta contra o fenômeno do desmatamento da Amazônia é bem eloqüente a esse respeito. Assim, o ônus financeiro e econômico, no curto prazo, das medidas visando sua contenção deve necessariamente recair sobre os países industrializados.

Por outro lado, os países do Terceiro Mundo têm direito a aumentar seu consumo de energia para atender aos requisitos de seu desenvolvimento. Isto não significa, forçosamente, mimetizar a sociedade de consumo do norte, com sua poluição do desperdício, em um segmento de elite, relegando a grande maioria da população à poluição da pobreza, como ocorre com frequência. Há uma grande margem de manobra para se buscar um estilo de desenvolvimento menos intensivo em energia, socialmente mais justo e não destruidor dos equilíbrios vitais do planeta, a longo prazo. Se a demanda de energia acompanhou o crescimento do PIB no passado, em um país como o Brasil, isto se deveu essencialmente ao processo de urbanização, à instalação de um aparelho industrial e à ênfase no transporte rodoviário, mas também à adoção de tecnologias de baixa eficiência no uso da energia. O potencial de conservação de energia, em todos os níveis, abre perspectivas bem distintas para o futuro.

Em contrapartida, do lado da oferta, a matriz energética brasileira, como já foi visto, vem contribuindo positivamente



ao evitar a emissão líquida de CO_2 . Trata-se de uma política de uso de energia renovável, como a hidreletricidade e o álcool, implementada há vários anos praticamente sem nenhum apoio internacional.

Paradoxalmente, hoje esta característica da política energética brasileira está ameaçada por vários fatores, entre os quais a escassez de financiamento, a eliminação dos mecanismos de estímulo e a substituição de futuras centrais hidrelétricas por termoeletricas a carvão e resíduos ultraviscosos de petróleo.

Além disso, o Pro-álcool está ameaçado de extinção, cogitando-se até suprimir a venda de carros novos a álcool e reduzir o teor de álcool em mistura com a gasolina. O álcool, tendo custo maior que a gasolina, é viabilizado por uma política de preços de combustíveis mantida pela Petrobrás, como empresa estatal executora de uma política energética nacional. Caso a Petrobrás perca as condições de exercer esse papel, com a hipotética quebra do monopólio constitucional do petróleo proposta na revisão da Constituição, dificilmente o álcool sobreviverá por muito tempo no mercado de combustíveis automotivos.

Caso essas ameaças se concretizem, as emissões de dióxido de carbono decorrentes do uso de energia no Brasil atingirão 241 Mt C/ano em 20 anos, usando o cenário tendencial alto da Comissão de Reexame da Matriz Energética Nacional, do Ministério de Infra-Estrutura. Na verdade, será factível reduzir esse nível de emissões em 16%, no horizonte 2010, caso se mantenha um cenário alternativo de política energética que privilegie a conservação e as fontes renováveis de energia, conforme proposto pela mesma comissão. Caso contrário, o país mais uma vez estará prestes a enveredar pela contra-mão da História, pois a tendência internacional é exatamente oposta.

Conclusões e recomendações

Um modelo simples de cálculo aproximado permite mostrar que o Brasil é quase 15 vezes mais eficiente do que os Estados Unidos na emissão específica de CO_2 por KWh de energia elétrica gerada, sendo duas vezes mais eficiente na emissão de CO_2 por GJ (Giga-Joule ou 10^9 Joule) de combustíveis consumidos por automóveis.

Comparando-se o Brasil com a Alemanha, França, Itália, Inglaterra, Japão e Estados Unidos conclui-se que, embora a emissão de CO_2 do sistema energético brasileiro tenha crescido mais entre 1970 e 1989, a emissão per capita do Brasil é pouco mais de 1/4 da italiana e da francesa, 1/5 da japonesa, cerca de 1/6 da

alemã e da inglesa e metade da norte-americana. Além disso, França e Brasil tiveram o melhor desempenho na substituição interenergética em favor da redução da emissão de CO_2 , embora sejam os piores colocados quanto à melhoria da eficiência no uso de energia.

O elevado uso de fontes renováveis de energia no Brasil, especialmente na geração hidrelétrica e nos veículos a álcool, deve ser um argumento nas negociações diplomáticas na ONU visando a um acordo sobre mudanças climáticas.

As crises atuais do setor elétrico e do programa do álcool ameaçam reduzir essa vantagem, pois implicam a tendência para a geração termoeletrica com combustíveis fósseis e a redução de vendas de carros a álcool. Recomenda-se uma ação de planejamento energético diversa da proposta de privatização do setor elétrico e de desregulamentação do setor de combustíveis automotivos propostos pelo Banco Mundial para a América Latina.

A maior contribuição do sistema energético brasileiro para a emissão de CO_2 veio, em 1990, da indústria (38%) e dos transportes (33%), tendo sido crescente, entre 1970 e 1990, a participação do consumo residencial (10%). Quanto às fontes de energia, do total de CO_2 – a maior emissão em 1990 deveu-se aos derivados de petróleo (57,8%), sendo acentuadamente crescente a participação do carvão mineral (11,7%) e do gás natural (3,7%) no total de CO_2 emitido. A participação da lenha, porém, decresceu de 37,9% em 1970 para 16,4% em 1990.

A metodologia de estimativa da emissão de dióxido de carbono (CO_2) proposta pela OCDE deve ser revista, no que diz respeito à lenha e ao carvão vegetal pois os coeficientes são inconsistentes com os dados do Brasil.

Sobre a urgência do controle das emissões de CO_2 e as previsões de catástrofes ecológicas, pode-se dizer que apesar das divergências profundas entre os especialistas quanto às

mudanças climáticas, é bastante clara a existência do efeito estufa e do aumento da concentração na atmosfera dos gases que contribuem para este efeito, de origem antropogênica exigindo medidas de controle.

As propostas de controle da emissão de CO_2 – através de certificados de autorização a serem negociados no mercado internacional, em discussão principalmente nos Estados Unidos, ou através de um imposto mundial em exame na Comunidade Européia – podem tornar-se mais um mecanismo de transferência de renda dos países menos desenvolvidos para os países ricos. Recomenda-se, portanto, defender que os países menos desenvolvidos fiquem isentos, pois suas emissões de CO_2 per capita ou acumuladas ao longo dos anos são muito inferiores às dos ricos.

O alerta acima não deve ser tomado como justificativa para a omissão dos governos quanto ao controle da emissão de CO_2 , sendo importante levar adiante negociações internacionais para encontrar uma solução, ética e política, que não impeça o desenvolvimento de países como o Brasil, cuja população tem na sua maioria condições de vida muito precárias.

Nesse sentido recomenda-se que as medidas de controle de CO_2 sejam inseridas em uma política ambiental de cunho social, na qual as questões de poluição global não ponham de lado os problemas concretos da poluição local e dos impactos ambientais regionais que atingem as populações. O desmatamento da Amazônia um exemplo entre outros.

Tendo em vista as discordâncias entre os resultados numéricos dos cálculos das emissões de CO_2 , recomenda-se a realização de estudos para se

chegar a uma metodologia consensual de cálculo com uma base de dados consistente.

Esses estudos devem abranger também a construção de cenários, a estimativa de emissões de outros gases, e as soluções tecnológicas e de planejamento para reduzir as emissões com a avaliação de seus custos.

Sugestões para leitura

- BRITO, S. S. (1990) Energia, economia, meio-ambiente: as fontes renováveis de energia no Brasil. In: *Revista Brasileira de energia*, vol. 1, n. 3, 1990.
- MOLION, L. B. C. Amazônia e o clima da Terra. In: *Ciência Hoje*, n. 48, 1980.
- NEFTTEL, A. et alii. *Nature* 295, p. 220, 1982.
- ROSA, L. P. *Elementos para um novo planejamento energético em um projeto para o Brasil*. São Paulo, PT/Editora Brasiliense, 1989.
- ROSA, L. P. e TOLMASQUIN, M. *Energy Police*, março de 1993.
- SALATI, E. et alii. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. In: *Interciência* n. 3, 1978.
- SCHNEIDER, S. H. *Science*, vol. 243, p. 77, fevereiro 89.
- . The changing climate. In: *Scientific American* – special issue – Magazine Plant Earth, setembro 1989.

EDIÇÃO DE TEXTO Marília Pessoa



Luiz Pinguelli Rosa, doutor em Física pela PUC/RJ, é Professor Titular da UFRJ e coordena o Fórum de Ciência e Cultura da mesma Universidade. Suas áreas de estudo são a física de reatores nucleares, física teórica, energia e tecnologia. É membro do Comitê Assessor do CNPq e de sociedades científicas no Brasil e no exterior.



José Cesário Cecchi é economista, com mestrado em Planejamento Energético e Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ. Atualmente, além de doutorando da COPPE, é Assessor de Meio Ambiente do Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ e Editor da Revista Brasileira de Energia.

Professor secundário:

Eles aprendem como ensinar mas não o que ensinar



profissão em crise



Helena Bomeny

*Centro de Pesquisa e Documentação,
Fundação Getúlio Vargas, RJ.
Departamento de Ciências Sociais/UERJ.*

tentativa de transplantar para a universidade brasileira o modelo norte-americano do ensino especializado não funcionou no campo da formação de professores. Hoje, em lugar de ter um espaço de reflexão além da formação profissional restrita, os futuros professores secundários – cada vez menos numerosos – aprendem como ensinar mas não o que ensinar. É hora não só de repensar os cursos de pedagogia, mas também de avaliar seriamente os efeitos da legislação que protege a profissão sobre a própria atividade pedagógica.

A Reforma Universitária de 1968, que extinguiu a Faculdade de Filosofia e criou institutos, faculdades e centros, entre os quais foram mantidos os cursos de pedagogia, inspirava-se na experiência norte-americana. Muitos educadores e boa parte da comunidade universitária sensibilizaram-se com a proposta. Mas o que teve início no calor dos debates acadêmicos entre profissionais da educação se efetivou quando expressivas lideranças intelectuais diretamente envolvidas nos caminhos da Reforma estavam excluídas da Universidade pela cassação que lhes impôs o regime militar.

Formar professores: uma necessidade bélica

A preocupação com a formação dos professores é antiga mas o processo, sendo lento e custoso, jamais foi enfrentado de forma duradoura. Os debates, as discussões, os textos e documentos que constam dos acervos sobre educação no Brasil nos mostram, desde os anos 20, que a crise da educação esteve sempre associada à formação de professores secundários. Até 1930 o ensino superior brasileiro não proporcionava tal formação.

A Reforma Francisco Campos (1931) previa uma Faculdade de Educação, Ciências e Letras que transcenderia os limites profissionalizantes do modelo anterior. Em seu projeto, Francisco Campos conferia um caráter duplo à Faculdade de Educação: funcionaria como um Instituto de Educação, orientando a formação plena de professores especializados para o secundário, ao mesmo tempo em que manteria o caráter de centro de investigação científica 'desinteressada', e também de centro de altos estudos literários.

O funcionamento de um conjunto de institutos em novas bases traduziria o 'sentido de universidade' que a experiência de ensino superior deveria assumir. Mas tal reorientação não viria com a facilidade e a rapidez de um decreto. A tradição de ensino superior profissionalizante, na qual prevalecia a idéia de que 'a toda escola superior deveria corresponder sempre uma especialidade técnica objetivável em termos de profissão liberal', fez reverter a idéia original de criação de uma faculdade que abrigasse a pesquisa científica pura, desinteressada. A Faculdade de Educação acabaria reduzindo sua abrangência à formação de professores para a escola secundária, conforme mostra Milton Supicira em 1969.

Embora tenha percebido devidamente a necessidade de formação do professorado, Francisco Campos não conseguiu transformar em realidade a Faculdade de Educação e seus propósitos. As tentativas prosseguiram em São Paulo, com a USP (1934), e no então Distrito Federal, com a Universidade do Distrito Federal (UDF). Esta, no seu curto período de vida (1935-1939), representou a esperança dos setores liberais da intelectualidade do Rio de Janeiro, que viam, enfim, surgir uma

instituição de nível superior à altura de suas aspirações. Em 4 de abril de 1939 Getúlio Vargas assina o Decreto-lei nº 1.190, que cria a Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi) como modelo para todo o país.

No Rio de Janeiro, a FNFfi foi pioneira na formação dos professores secundários. Cleonice Berardinelli dá o seguinte depoimento: "Os professores secundários eram, até então, ou professores primários que se aprimoravam por conta própria, ou médicos que davam biologia, engenheiros que davam matemática etc. Foram assim os meus professores e tive sorte de os ter excepcionais. Mas eram, de todo modo, pessoas que se improvisavam professores."

Ao lado de Cleonice Berardinelli, Lydnéa Gasmann, Maria Angela Vinagre de Almeida e Maria Yedda Leite Linhares salientam o papel que a FNFfi desempenhou na preparação de professores, mas reconhecem também que a ênfase era no bacharelado, sendo dispensada menos atenção à licenciatura. O sentimento de que deveria haver um espaço destinado aos novos métodos de ensino, à especialização e ao planejamento do ofício docente era bastante difundido.

É de Gasmann este depoimento esclarecedor: "Os conteúdos da formação específica eram trabalhados de forma a priorizar o bacharel e não o licenciando. Debates muito esta questão! Tanto que o discurso do '3+1' já vem de 30 anos atrás..." (ou seja, três anos de formação básica, um ano de didática especial). Afinal, o mundo havia mudado, com irreversível velocidade, e estávamos ainda retidos em um universo da sociedade tradicional. O conhecimento da disciplina era evidente, mas a adequação dos conteúdos a um público diferenciado de estudantes continuava sendo prejudicada. Mantinha-se a lacuna de uma sólida formação pedagógica que possibilitaria ao professor ajustar sua disciplina ao nível do aluno e de suas necessidades.

Nos anos 60 ganha corpo essa discussão. Anísio Teixeira, que desde a década de 20 alertava para a necessidade de criação das Escolas de Educação, e que nos anos 30 sofrera os efeitos da ação repressora do governo ditatorial por sua liderança na UDF, no final dos anos 60

volta a sustentar suas posições. Planejar a formação do magistério, no que diz respeito a treinamento e prática, era uma 'necessidade bélica'. "As escolas de educação avançadas, ou seja, de pós-graduação, são esses estados-maiores, que juntarão capacidade de estudo e de ação para ajudar a realização com êxito da batalha do ensino", diz ele em 1969.

No projeto de Anísio Teixeira, a reflexão sobre educação se faria no nível da pós-graduação, o que equivale dizer, seria um aperfeiçoamento metodológico a partir de um saber constituído. A essência de sua proposta consistia na combinação de alto nível entre *prática* e *pesquisa* educacional, uma experiência distinta da que vigorou ainda no final dos anos 60 com as Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras. A ambição era unir no ensino superior as experiências das escolas normais (experiências práticas) e das escolas de medicina (com seus laboratórios de pesquisa).

A tradição de formação dos professores nas Faculdades de Filosofia parecia estar se esgotando frente aos avanços da especialização. Nesse ponto específico, sobressai a influência norte-americana de um grande movimento em prol da especialização, da cientificação da academia, das disciplinas e da pedagogia. Nossa tradição ensaística e generalizante foi duramente criticada e responsabilizada pelo atraso em que nos encontrávamos frente aos avanços pedagógicos dos grandes centros.

O argumento a favor da especialização fundava-se na defesa de técnicas mais modernas e adequadas de transmissão de conhecimentos compatíveis com uma sociedade de mercado, industrial, especializada, e já marcadamente hierarquizada. Havia uma razoável convergência de opiniões em torno da oportunidade da inovação pedagógica, que contava, inclusive, com a simpatia de um contingente não desprezível da comunidade estudantil.

Assim, quando os anos 60 reeditam a discussão que está na agenda dos anos 20 encontram campo propício pela experiência acumulada de frustração de um projeto sério e permanente de formação de professores. A posição estratégica do Brasil no conjunto da América Latina, e o temor de que a experiência cubana se alastrasse como pólvora em um continente

tensionado pela extrema concentração de renda e pela seleção elitista dos benefícios sociais contribuíram decisivamente para um investimento norte-americano em projetos de desenvolvimento interno.

Afinal, o que é bom para o Brasil?

Na atmosfera das décadas de 50 e 60 ressoava no Brasil uma discussão cujo cerne seria expresso na famosa e polêmica frase de Juracy Magalhães, embaixador em Washington em 1964: "O que é bom para os Estados Unidos, é bom para o Brasil." O debate nacional girava em torno do desenvolvimento, e os paradigmas disponíveis mantinham, em grande medida, a referência aos grandes centros. Quer pela crítica, quer pela defesa da incorporação de modelos exógenos – e à época, a liderança indiscutível era dos Estados Unidos –, a discussão sobre "o que é bom para o Brasil" acabava permanecendo na ordem do dia. Questões como nacionalismo, treinamento e absorção de novas tecnologias, montagem de um parque industrial, enfim, a decisão por um modelo possível de desenvolvimento, ocupavam boa parte da agenda dos políticos e dos intelectuais.

Ganha atualidade expressiva nas décadas de 50 e 60 o programa anunciado nos Estados Unidos pelo presidente Truman em seu discurso de posse, em 20 de janeiro de 1949, o famoso *Point Four*, programa de política externa norte-americana para o fomento e o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos. Em um trecho de seu discurso, o presidente Truman resumia assim suas idéias:

"PRECISAMOS NOS LANÇAR A UM NOVO E AMBICIOSO PROGRAMA QUE TORNE OS BENEFÍCIOS DE NOSSO AVANÇO CIENTÍFICO E DE NOSSO PROGRESSO INDUSTRIAL UM INSTRUMENTO PARA A PROMOÇÃO E O CRESCIMENTO DAS ÁREAS SUBDESENVOLVIDAS... DEVERÍAMOS TORNAR ACESSÍVEIS... OS BENEFÍCIOS DE NOSSA RESERVA DE CONHECIMENTO TÉCNICO... E DEVERÍAMOS INCREMENTAR O INVESTIMENTO DE RECURSOS EM ÁREAS QUE PRECISAM SE DESENVOLVER..." (Cf. HENRY HAZLITT, 'ILLUSIONS OF POINT FOUR', NEW YORK, *THE FOUNDATION FOR ECONOMIC EDUCATION*, IRVINGTON-ON-HUDSON, 1950).

O Ponto IV, como ficou conhecido no Brasil, consistia em um sistema de cooperação bilateral entre os Estados

Unidos e países subdesenvolvidos para estimular uma política de desenvolvimento tecnológico e científico, além do aprimoramento de técnicas de desenvolvimento econômico. Foi um programa que acabou gerando polêmica dentro da própria sociedade norte-americana por ser considerado por alguns especialistas como uma 'troca equivocada', na medida em que não consistia em uma troca real, como a que os Estados Unidos poderiam efetivar com os países desenvolvidos. Na visão desses críticos tratava-se de uma 'caridade' que os faria mais pobres, e não

tualidade brasileira e os grandes centros internacionais de produção científica.

Escolhas pedagógicas e posições políticas

A referência ao modelo norte-americano de organização universitária era inevitável naquele momento de maciça efervescência política e ideológica. A precariedade de nossa situação interna e a interferência agressiva dos Estados Unidos contribuíram fortemente para a politização que tomou conta das discussões sobre a Reforma Universitária de 1968. Os debates

Educadores, pesquisadores e professores universitários precisam ter a coragem de romper a paralisia que imobiliza a educação no país.

mais ricos. A frase que expressa tal reação crítica ficou também conhecida: "*We cannot give our cake away and eat it too*" (Não podemos dar o nosso bolo e comê-lo ao mesmo tempo). Mas mesmo assim o programa atravessaria as décadas de 50 e 60.

No Brasil a polêmica não foi menor. Intelectuais de esquerda, estudantes, setores organizados da sociedade civil mobilizavam-se na desconfiança a respeito da 'caridade' norte-americana expressa nos acordos bilaterais firmados na ocasião. A comunidade acadêmica se dividia política e ideologicamente em torno dessas questões. Ao lado dos temas mais solenes e estratégicos, compareciam também aos debates da época tanto as áreas de ciência e tecnologia como sua 'filha pobre', a educação.

A mobilização em torno de projetos institucionais, o empenho em construir parâmetros de legitimidade do trabalho científico, o esforço para ampliar as estruturas de ensino e pesquisa, a discussão em torno da democratização da universidade, as experiências de educação popular, as discussões sobre treinamento de professores, tudo isso dava um sabor especial ao debate sobre o grau e a natureza da interlocução entre a intelec-

se radicalizavam, assumiam proporções de grande repercussão nacional, ocupavam os meios de comunicação e, principalmente, balizavam escolhas pedagógicas a partir de posições políticas.

Anísio Teixeira e Monteiro Lobato pelos idos de 1920, e mais recentemente Maria Yedda Linhares, testemunham o entusiasmo que os métodos, a organização acadêmica, a estrutura do ensino nos Estados Unidos provocaram em nossos intelectuais que puderam desfrutar do convívio com a América do Norte. Também em entrevista a *Estudos Históricos*, diz Maria Yedda Linhares: "Lá eu percebi que o que havia aqui não era uma universidade, era quase uma escola secundária, que não tinha a preocupação de formar, orientar ou conduzir ninguém."

A transformação desse debate em decisão de política universitária nos dá o que pensar. O que se inicia no calor dos debates acadêmicos entre profissionais da educação realiza-se no ambiente de recrudescimento da política universitária do pós-64, quando expressivas lideranças acadêmicas e intelectuais que se envolveram diretamente nos caminhos da Reforma de 1968 estão excluídos da Universidade pela cassação que lhes impôs o regime militar.

A distorção dessa experiência com relação ao debate que a fundamentou já tem sido registrada nos depoimentos daqueles que viveram e se envolveram com a Reforma de 1968 e nos relatos sobre a história da Faculdade de Filosofia. Em entrevista a *Estudos Históricos*, Eulália Lobo assinala que as pessoas que discutiram, que formularam, que se envolveram com o projeto da reforma universitária

desmobilizadora como a representada pelo sistema de créditos e pela especialização.

A retórica de um modelo universitário que nascia da sociedade plural e democrática norte-americana era perversamente utilizada para justificar a implementação no Brasil da Reforma de 1968 como uma política 'democrática'. As condições disponíveis para a convivência universitária naquele país, comparadas à permanente

escassez e ao lugar subalterno a que a educação historicamente esteve subordinada no Brasil, acabaram por influir de forma favorável e a estimular em um número razoável de nossos pensadores a convicção de que o modelo norte-americano poderia contribuir imensamente para a elevação da experiência universitária brasileira. So-nhavam eles com os *campi*, as bibliotecas, a liberdade e a agilidade da organização do ensino pelo regime de créditos, com a valorização do profissional da educação e daqueles que ingressavam no ensino superior. Neste caso, prevaleceu o "o que é bom para os Estados Unidos é bom para o Brasil"...

Mas onde reside o equívoco de tal importação?

Mecanismos perversos, rotinas petrificadas

O acompanhamento dos caminhos que tomou a Reforma de 1968 ultrapassa as dimensões deste artigo. Mas a inquietação com alguns de seus desdobramentos pode já ser anunciada e é, sem dúvida, matéria polêmica, que causa constrangimentos de ordem variada. Por exemplo, o despropósito em que resultou a rotina de um curso universitário onde os professores apren-

dem exaustivamente *como ensinar*, sem terem sido suficientemente expostos ao *o que ensinar*. O fetiche de normas e procedimentos reguladores do ofício do magistério que controla os gestos dos professores em sala de aula, a postura correta diante do quadro negro (ou verde), a normalização de fichas de aula, a formalização dos planos de atividades, de cursos, a formatação dos processos de avaliação. Tudo isso integra o rol dos 'conteúdos programáticos' que um pedagogo aprende nos cursos de pedagogia e que exercerá como especialista desmotivado nas unidades escolares.

A essa afirmação poderia ser contestada com uma listagem de disciplinas substantivas que compõem o cardápio da formação do pedagogo – cursos de Teoria da Educação, Filosofia da Educação, Avaliação da Aprendizagem, Técnicas de Pesquisa em Educação, Educação Comparada, História da Educação, Psicologia Infantil, Psicologia da Aprendizagem, Psicologia Experimental, entre outros. Mudaria esse conjunto disciplinar a essência do problema anunciado acima? Com que grau de maturidade intelectual um estudante recém-saído do segundo grau enfrenta todo esse conjunto de reflexões teóricas a respeito da educação e das mais pertinentes e sofisticadas metodologias de ensino?

Não é possível chegar a um aprimoramento de processos de *como ensinar*, sem um equivalente acúmulo de conhecimentos sobre *o que ensinar*. Talvez seja oportuno frisar que a obtenção de licenças para funcionamento das escolas está condicionada à contratação dos profissionais que se formam nos cursos de pedagogia. Um dispositivo legal nem sempre correspondente a uma necessidade educacional... Em outras palavras, a pedagogia em colisão com os ideais da formação humanística, a *paideia* dos antigos gregos... Teríamos, na passagem das Faculdades de Filosofia para as Faculdades de Educação, 'jogado o bebê com a água do banho'? Teríamos sido incapazes de sustentar a inovação de especialização didática com o fundamento necessário ao exercício da transmissão do conhecimento?

O clima que envolveu as discussões sobre os rumos da educação universitária politizou-se extremamente. Um conjunto de reivindicações políticas em prol da

À COMUNIDADE ACADÊMICA DA UFRJ

OS PROFESSORES DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, AO AVALIAREM O RUMO DAS ATUAIS DISCUSSÕES SOBRE OS CURSOS DE LICENCIATURA, CONSIDERAM OPORTUNO UMA TOMADA DE POSIÇÃO EM RELAÇÃO À PRÁTICA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA UFRJ, QUE NÃO PODE SE RESTRINGIR AO ÂMBITO DE UMA COMISSÃO, MAS DEVE SER SOCIALIZADA À COMUNIDADE ACADÊMICA COMO UM TODO.

ASSIM, CONSIDERAMOS PRIORITÁRIA UMA *DISCUSSÃO MAIOR* SOBRE A FORMAÇÃO DE UM NOVO EDUCADOR, CAPAZ DE ATUAR NA COMPLEXA REALIDADE DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA, DE POSICIONAR-SE CRITICAMENTE DIANTE DELA E DE CONTRIBUIR, TAMBÉM, PARA SUA TRANSFORMAÇÃO.

NO MOMENTO, A PREOCUPAÇÃO DOS SETORES COMPROMETIDOS COM A RECONSTRUÇÃO NACIONAL – E A UNIVERSIDADE, NECESSARIAMENTE, SE INCLUI ENTRE ELES – TEM SIDO COM A EXCELÊNCIA E A QUALIDADE. PENSAR UM NOVO EDUCADOR SUPÕE COMPROMISSO COM A SUA COMPETÊNCIA E SEU DESEMPENHO NESTA PERSPECTIVA.

PORTANTO, É URGENTE QUE SE AMPLIE O DEBATE E A TROCA DE EXPERIÊNCIAS DE MODO A QUE SE DEFINAM PONTOS BÁSICOS DE FILOSOFIA PARA UMA NOVA POLÍTICA DE FORMAÇÃO DE EDUCADORES NESTA UNIVERSIDADE.

CONCLAMAMOS, POR ISSO, A COMUNIDADE ACADÊMICA A PENSAR COM AS UNIDADES ENVOLVIDAS COM OS CURSOS DE LICENCIATURA RESPOSTAS PARA OS DESAFIOS QUE A REALIDADE EDUCACIONAL BRASILEIRA APRESENTA CUMPRINDO-SE, ASSIM, O COMPROMISSO DA UFRJ COM O ENSINO PÚBLICO, GRATUITO E DE QUALIDADE.

RIO DE JANEIRO, 20 DE OUTUBRO DE 1993

CORPO DOCENTE DA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA UFRJ

O manifesto da Faculdade de Educação da UFRJ mostra a preocupação dos professores com o destino dos cursos de Licenciatura.

foram expulsas da universidade pelo regime militar, ficando a implementação da reforma a cargo da política burocrático-autoritária.

Os famosos acordos selados na década de 60 entre Estados Unidos e Brasil, acordos inspirados no Ponto IV, tentavam legitimar a idéia de que o aprimoramento do sistema educacional teria muito que ganhar no contato com a experiência da América do Norte. Além do mais, era extremamente conveniente para a política autoritária brasileira do final dos anos 60 a adoção de uma estrutura universitária

democratização do ensino universitário caminhou junto com o projeto pedagógico. Era preciso que a reforma universitária representasse a passagem de uma concepção elitista e acadêmica do saber para a consolidação progressiva de uma filosofia igualitária, que tivesse na educação um indicador de desenvolvimento do país e um instrumento de ascensão social dos cidadãos.

Ora, o exemplo que foi transplantado para o Brasil vinha de uma sociedade – a norte-americana – cujos mecanismos de interação com o poder público, entre cidadãos e burocracia, entre público e privado, são indiscutivelmente distintos do que os derivados da tradição patrimonialista e corporativa brasileira.

Se na própria experiência dos Estados Unidos os cursos de pedagogia não primam pela excelência, em nosso ambiente universitário acabaram sendo, de um lado, sufocados pela formalização estéril, própria da lógica dos procedimentos burocrático-autoritários, e de outro, curiosamente, corrompidos pela excessiva politização em que se traduziram perversamente os anseios de democratização da educação. Por um ou por outro desses dois mecanismos perversos, a pedagogia sobrevive agonicamente graças ao congelamento de procedimentos avalizadores de um mercado corporativo que se auto-alimenta, fechando qualquer fresta de oxigenação pela crítica acadêmica, pela avaliação interna, pela discussão e revisão de rotinas já petrificadas.

Uma armadilha do regime autoritário

Os cursos se esvaziam ano a ano; a imagem que a sociedade universitária tem deles é progressivamente negativa, e sua permanência hoje se deve mais a processos endógenos de auto-reprodução do que ao reconhecimento de sua eficácia pedagógica. Mais uma das armadilhas que a burocracia do regime autoritário montou contra a sociedade; neste caso, contra a cultura educacional e científica, e que está reclamando de nós, educadores, pesquisadores e professores universitários, coragem para romper um lado importante da paralisia que imobiliza a educação no país.

Antes que estas notas sugiram uma 'perseguição descabida' a um curso universitário, acho prudente afirmar algumas convicções como sugestões para uma pequena agenda de reflexão:

1. Do rol das políticas públicas, a educação talvez seja a área mais desafiante, porque mais resistente aos critérios do puro cálculo ou de racionalidade instrumental. Isto significa que parâmetros de avaliação e critérios de eficiência adequados para um número extenso de processos interativos mostram-se inteiramente inócuos e equivocados

A essência da proposta de Anísio Teixeira consistia na combinação de alto nível entre prática e pesquisa educacional.

quando impostos aos processos pedagógicos. Em outras palavras, é preciso estarmos atentos à sedução, muitas vezes irresistível, que as equações do tipo custo/benefício, investimento/retorno exercem sobre nós. Tais indicações de avaliação estão sujeitas a gradações muito particulares quando se trata de ação pedagógica.

2. Os indicadores de insuficiência, portanto, não devem ser procurados nos mecanismos de comparação externos aos fins para os quais foram criados os distintos projetos de ação social: ao contrário, devem priorizar objetivos, fins e metas que inspiraram a criação desses projetos. Estarão os cursos de pedagogia respondendo ao projeto que lhes deu origem? Estará esse investimento suprimindo a lacuna de treinamento, formação, qualificação e atualização dos professores? Ou o curso terá se reduzido à procriação de um corpo de funcionários progressivamente distanciados da atividade educativa em seu sentido pleno?

3. Se há consenso entre os especialistas a respeito de: a) problemas com o curso de graduação em pedagogia; e b) vantagens com o investimento na pós-graduação em Educação, não seria o momento

de repensar não só o curso de pedagogia tal como está estruturado, mas avaliar seriamente os efeitos que a legislação que protege a profissão produz sobre a própria atividade pedagógica?

Sugestões para leitura

Estudos Históricos (entrevista de Eulália Maria Lahmeyer Lobo), Rio de Janeiro, vol. 5, nº 9, 1992, e nº 10 (entrevista de Maria Yedda Linhares), 1993.

Faculdade Nacional de Filosofia. (Depoimentos), Maria de Lourdes de A. Fávero (coord.), Rio de Janeiro, PROEDS/UFRJ, 1992, pp. 98-99.

SUCUPIRA, M., 'Da Faculdade de Filosofia à Faculdade de Educação', *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Rio de Janeiro, vol. 54, nº 114, abril/junho 1969.

TEIXEIRA, A. 'Escolas de Educação', *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Rio de Janeiro, vol. 51, nº 114, abril/junho 1969, pp. 239-259.

EDIÇÃO DE TEXTO *Maria Ignez Duque-Estrada*

• *Helena Bomeny, doutora em Sociologia pelo IUPERJ, é Pesquisadora do CPDOC/FGV e Professora do Departamento de Ciências Sociais da UERJ. Escreveu com Simon Schwartzman e Vanda Ribeiro o livro Tempos de Capanema, e organizou com Patrícia Birman o livro As assim chamadas ciências sociais.*



A nebulosa do caranguejo é um resto da explosão de supernova que ocorreu no ano de 1054. O núcleo altamente comprimido da estrela é um pulsar, visível tenuemente no centro da estrela.

para quem observa o céu, as estrelas parecem eternas, imutáveis. Mas não são. Elas nascem, vivem e morrem, como qualquer ser vivo. O Sol, por exemplo, dentro de aproximadamente 5 bilhões de anos, irá passar por mudanças radicais. Ele deve começar a encolher até ficar do tamanho da Terra, com cerca de 6 mil km de raio. Com isso, sua densidade crescerá brutalmente. Uma pequena porção de sua massa (da ordem de um centímetro cúbico) passará a 'pesar' cerca de uma tonelada. Nesse ponto, o Sol tornou-se o que os cientistas chamam anã branca, uma pequena estrela que irradiará indefinidamente o

remanescente de sua energia.

Mas o que pode acontecer a uma outra estrela com massa pouco maior que a do Sol? Em princípio, as fases iniciais são idênticas às descritas, mas o caroço restante continua se contraindo, por causa da fantástica atração gravitacional, a mesma que faz a Lua girar em torno da Terra ou que traz de volta à superfície objetos atirados para cima.

Em certo momento, a pressão gigantesca no núcleo age como uma mola e ejeta para o espaço, numa explosão muito brilhante, chamada supernova, as camadas mais externas da estrela. Resta, então, apenas um pequeno caroço, com cerca de 15 km de raio: a estrela de nêutrons.



**“Não pode ser
excluída a hipótese
de que um dia a
humanidade será
capaz de utilizar
buracos negros
como fontes de
energia.”**

IGOR NOVIKOV

O destino das estrelas

José P. S. Lemos

*Departamento de Astrofísica
Observatório Nacional.*

Mas a contração não pára aí. Dependendo de sua massa, essa diminuta estrela de nêutrons continua encolhendo, se contraindo. Seu volume diminui e sua densidade cresce assustadoramente. O núcleo, inicialmente com 15 km de raio, atinge o tamanho de uma cabeça de alfinete, continua se contraindo até a dimensão de um micróbio, chegando a distâncias menores do que as já testadas pelo homem. A densidade é gigantesca e a 'pressão' dentro da própria matéria aumenta catastroficamente: átomos serão destruídos, restando apenas uma 'sopa' inimaginavelmente quente de partículas elementares que os compõem. Teoricamente, a força de atração gravitacional vai além, crescendo até

que essas partículas também sejam destruídas. Nesse ponto, perdemos a noção exata do que poderá acontecer. As leis da física não são mais válidas. É uma física ainda por descobrir. E não é só a matéria que se torna infinitamente densa: os próprios conceitos de espaço e tempo desaparecem. Essa singularidade está envolvida por um buraco negro.

Fenômenos como esses fazem parte de um 'mundo' regido pela inexorável força da gravidade. Alguns dos personagens desse cenário de número e dimensões fantásticos, como anãs brancas, estrelas de nêutrons, quasares, supernovas, pulsares e buracos negros, serão apresentados nas páginas a seguir.

Dá-se o nome de estrelas colapsadas, ou estrelas compactas, às estrelas que têm densidades muito altas, se comparadas à densidade da água (1 g/cm^3) ou mesmo à do Sol ($1,4 \text{ g/cm}^3$). Anãs brancas e estrelas de nêutrons (formadas por partículas atômicas sem carga) são exemplos de estrelas colapsadas. Ambas são 'objetos' – no sentido astrofísico – já observados. Já os chamados buracos negros são objetos estudados teoricamente, mas cuja existência ainda não foi comprovada, embora já se conheçam sérios candidatos para essa vaga. Também podem ser incluídas na lista as chamadas singularidades, objetos que têm densidade ilimitada e que, por enquanto, ainda desafiam os cientistas.

Todos esses objetos são chamados estrelas colapsadas, porque formam-se através de um fenômeno físico denominado colapso gravitacional. Esse conceito, que tem como espinha dorsal a inexorável força da gravidade – a mesma que mantém a Lua girando em torno da Terra ou que faz com que um objeto atirado para cima retorne à superfície terrestre –, utiliza idéias e resultados de várias subdivisões da física (nuclear, atômica, da matéria condensada, dos fluidos, astrofísica) e, em nível mais especulativo, da física que estuda as partículas elementares (elétrons, *quarks*, neutrinos, etc.).

Pré-história dos buracos negros

O termo buraco negro foi criado em 1968 por John Archibald Wheeler, então professor da Universidade de Princeton (EUA). Ele foi um dos principais responsáveis pelo restabelecimento da teoria da Relatividade Geral, publicada em 1915 pelo físico Albert Einstein (1879-1955).

Surpreendentemente, porém, no século XVIII já se havia imaginado e concebido objetos que seriam os precursores dos buracos negros. Exatos 80 anos depois de o físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727) publicar sua monumental teoria em *Principia* (1687) e *Óptica* (1704),

Os objetos escuros clássicos

O raciocínio do reverendo John Michell envolve as noções clássicas da mecânica newtoniana e considera que a luz é uma partícula, sujeita à atração da gravidade. Segundo Michell, se um objeto é atirado da superfície da Terra para o espaço, com uma velocidade maior que 11 km/s , desprezado o atrito com a atmosfera, esse objeto escapa à gravidade terrestre e não cai de volta no planeta. Essa velocidade, portanto, é chamada de velocidade de escape (v_e) de um objeto no campo da gravidade terrestre.

Em geral, para um corpo de massa M (estrela, planeta, galáxia etc.) e raio r , a velocidade de escape é dada pela equação $v_e = \sqrt{2GM/r}$, onde G ($6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$) é a constante da gravitação (ver Lemos, J.P.S., 'O poder dos buracos negros', em *Ciência Hoje*, nº 74, 1991).

A velocidade da luz, usualmente denotada por c , tem valor constante (300.000 km/s). Então, qual será a condição para que a luz não escape? Substituindo v_e por c na expressão acima, encontramos que a luz não escapa se $2GM/r$ for maior ou igual a c^2 . Se colocarmos o raio da estrela em destaque, obtemos que a luz também não escapa se o raio for menor ou igual a $2GM/c^2$. Para uma estrela com uma massa igual à do Sol ($1 M_\odot$), a luz não escapará quando o raio for menor ou igual a 3 quilômetros. Assim, o Sol não satisfaz tal condição, já que seu raio é aproximadamente 230 mil vezes maior.

Mas Michell olhou para a expressão acima de outra maneira. Naquela época, considerava-se que as estrelas eram objetos com densidade constante e não muito superior à densidade da água (1 g/cm^3). Assim sendo, e notando que a massa M de uma estrela e a sua densidade estão relacionadas por $M = (4\pi r^3/3)\rho$, podemos transformar a expressão para a velocidade de escape dada acima, trocando massa por densidade e obtendo $v_e = \sqrt{(8\pi G r^2/3)\rho}$. Sabendo que a densidade do Sol é $\rho_\odot = 1,4 \text{ g/cm}^3$, Michell, no seu trabalho de 1784, calculou que se o corpo tivesse a mesma densidade, mas um raio maior que 500 vezes o raio do Sol, então o objeto seria escuro.

Laplace, no seu livro *Exposition du Système du Monde*, obteve um resultado semelhante. Outro desenvolvimento da idéia de Michell ocorreu num trabalho de 1801, do astrônomo alemão Johann Von Soldner, que calculou o desvio sofrido pelas partículas de luz que passassem perto do Sol.

o reverendo e astrônomo inglês John Michell (1724-1793) lançou um trabalho no qual pela primeira vez se falava em astros obscuros ou estrelas invisíveis. Nele, Michell sugere que "a força gravitacional atrativa de um corpo celeste pode ser tão grande que a luz não consegue escapar desse corpo" (ver 'Os objetos escuros clássicos').

Curiosamente, os trabalhos de Michell ficaram esquecidos. Por exemplo: dois livros clássicos deste século dão ao físico, astrônomo e matemático francês Pierre Simon de Laplace (1749-1827) o crédito de ter sido quem, em 1796, sugeriu o aprisionamento da luz num campo gravitacional. O primeiro deles é *The internal constitution of stars* (1926), do astrofísico inglês Sir Arthur Eddington (1882-1944), então da Universidade de Cambridge (Inglaterra). O outro é *The large scale*

structure of space-time (1973), do físico e cosmólogo inglês Stephen Hawking, da mesma universidade – em co-autoria com George Ellis, na época seu colaborador.

A condição dada pela teoria da Gravitação, idealizada por Newton, para que um corpo seja um astro obscuro – e isso será mostrado adiante – é precisamente a mesma condição dada pela teoria da Relatividade Geral para se ter um corpo dentro de um buraco negro, como a gema do ovo está contida na casca. Porém, essa coincidência entre gravitação newtoniana e Relatividade Geral é de certa forma casual.

Após a descoberta de que a luz é uma onda, feita em 1801 pelo físico e fisiologista inglês Thomas Young (1773-1829), as especulações sobre estrelas invisíveis caíram em desuso, já que na época não existiam razões para se acreditar que uma

onda pudesse ser afetada (no caso, atraída) pela gravidade. Durante mais de um século, o assunto ficou esquecido, até que a teoria da Relatividade Geral trouxe-o de volta.

Einstein, Schwarzschild e a Fórmula 1

A teoria correta para explicar o fenômeno de estrelas colapsadas é a Relatividade Geral. Sendo obra exclusivamente de Einstein, essa teoria foi publicada em 1915 como uma generalização necessária da gravitação newtoniana. Combinando penetração filosófica, intuição física e habilidade matemática, ela pode ser considerada um dos maiores marcos estéticos da história da humanidade.

Em 1915, antes mesmo de a forma final da teoria da Relatividade Geral ter ficado pronta, o astrônomo alemão Karl Schwarzschild (1873-1916) obteve a solução das equações propostas por Einstein para o campo gravitacional de um corpo esférico. Essa solução exata, que tomou o lugar do conceito denominado potencial gravitacional newtoniano – dado pela fórmula GM/r , onde G é a constante gravitacional; M , a massa; e r , o raio – requer que a idéia de estrelas invisíveis de Michell e Laplace seja reformulada para se adaptar à nova teoria.

A teoria da Relatividade Geral, mais completa e mais rica que a teoria da Gravitação, trouxe ao nosso cotidiano objetos estranhos e, no entanto, tão naturais quanto um pêndulo em suas pequenas oscilações. Para melhor entender a natureza desses novos objetos, é importante saber quais os problemas e as novidades que a solução de Schwarzschild apresenta.

Primeiro, vamos às novidades. A Relatividade Geral unifica e simplifica a estrutura do espaço e do tempo, olhando a física do ponto de vista de um conceito físico chamado espaço-tempo. Assim, um ponto no espaço-tempo, denominado evento, identifica um lugar e um tempo particulares. Do mesmo modo que no dia-

a-dia medimos distâncias espaciais entre dois pontos, usando a geometria euclidiana, distâncias espaço-temporais (intervalos entre dois eventos) podem ser medidas usando-se a teoria da Relatividade Geral, que é também uma teoria geométrica (ver 'A métrica do espaço-tempo').

A nova métrica desenvolvida a partir da teoria da Relatividade Geral também tem problemas: apresenta resultados infinitos quando o raio (r) é igual a zero ou quando é igual a $2GM/c^2$ (c é a velocidade da luz, cerca de 300 mil km/s).

Os físicos não se preocuparam com a singularidade encontrada no caso de r igual a 0, já que a teoria newtoniana mostra uma singularidade semelhante no potencial gravitacional. Mas ficaram perturbados com a singularidade para o caso de $r = 2GM/c^2$. Esse raio é precisamente o raio calculado tanto por Michell quanto por Laplace, mas ganhou o nome de raio de Schwarzschild ou raio gravitacional, passando a ser indicado pelo símbolo r_s .

Na época, acreditava-se que o raio de Schwarzschild não poderia ser atingido. Cientistas de grande prestígio como Einstein, Eddington e outros, como o matemático alemão Hermann Weyl (1885-1955), envolveram-se numa longa discussão sobre o assunto, sem compreender que a chamada singularidade de Schwarzschild não é de fato uma singularidade física, mas apenas uma singularidade matemática.

Em uma singularidade física, a densidade – ou a curvatura do espaço, prevista pela teoria Geral da Relatividade – realmente vai para o infinito. Mas uma singularidade matemática significa apenas que a descrição não é boa e precisa ser mudada. Coordenadas não têm realidade física, servem apenas para ajudar a descrever certos fenômenos físicos. Coordenadas que ajudam a interpretar fenômenos em certas regiões podem, às vezes, comportar-se mal em outras. A esse 'comportamento patológico', dá-se o nome de singularidade de coordenadas. Para interpretar os fenômenos nas regiões em que as coordenadas são patológicas basta encontrar outro sistema de coordenadas em que isso não aconteça.

O problema pode ser comparado, por exemplo, com a montagem de um sistema de câmeras de televisão para a filmagem

de um Grande Prêmio de Fórmula 1. As câmeras colocadas ao longo do circuito representam os diversos sistemas de coordenadas, cada uma cobrindo uma região da pista. Quando, por exemplo, o carro do piloto brasileiro campeão do mundo Ayrton Senna desaparece da tela, não significa que ele saiu realmente do circuito, mas sim que a câmera que o filmava não é mais adequada, o que faz necessário passar para outra câmera.

Mas uma câmera montada num helicóptero, porém, não tem esse problema, porque abrange o circuito inteiro. Dizemos, portanto, que essa câmera do helicóptero é uma câmera global. Ela tem vantagens e desvantagens: uma câmera global perde os detalhes, não sendo por isso uma boa câmera local. Assim como num circuito é conveniente ter várias câmeras, tanto locais quanto globais, também em diversos problemas da Relatividade Geral é conveniente ter vários sistemas de coordenadas. Só com os trabalhos de John Synge (irlandês), George Szekeres (australiano) e Martin Kruskal (norte-americano), em 1960, é que diversos sistemas de coordenadas sem patologias foram apresentados, revelando que a única singularidade real acontece nos casos de $r = 0$.

Anãs brancas e estrelas de nêutrons

A equivalência entre massa e energia, consequência natural da teoria da Relatividade Restrita (1905), foi usada por Einstein para prever que a luz se desviaria no campo gravitacional de uma estrela. Em 1919, duas expedições comandadas por Eddington – uma para a ilha do Príncipe, da qual ele participou, e outra para Sobral (Ceará) – serviram para provar, durante um eclipse total do Sol, que a luz emitida por certas estrelas era desviada (ou atraída) pelo campo gravitacional do próprio Sol. Tão logo a teoria foi confirmada, a idéia de astros obscuros, objetos onde a força da gravitação reina, ressurgiu.

Já em 1920, A. Anderson, do País de Gales, especulou que, se um corpo como o Sol começasse a se contrair, chegaria a um estágio em que se tornaria escuro, porque seu campo gravitacional ficaria impermeável à luz. Em 1921, o físico britânico Oliver Lodge (1851-1940) antecipou o espectro de massas possíveis para os buracos negros. Essas massas variavam da ordem da massa do Sol (cerca de $1,9 \times 10^{30}$ Kg) até massas galácticas. Mas essas idéias ficaram esquecidas e o conceito de buraco negro surgiu apenas depois de aproximadamente 40 anos.

A famosa estrela Sirius, observável a olho nu, de certa forma apontou o caminho. Sirius faz parte de um sistema binário de estrelas e sua companheira começou a criar problemas para os astrônomos, já por volta de 1900. Embora a massa dessa estrela seja da ordem da massa do Sol, seu brilho é muito menor. Isso significava que o raio de tal estrela deveria ser muito menor que o raio do Sol (cerca de 696 mil km) e, conseqüentemente, que sua densidade seria muito maior.

Esse problema só começou a ser

resolvido em 1930, quando o físico indiano Subrahmanyan Chandrasekhar, então com 19 anos, calculou que a massa máxima que uma estrela pode ter é $1,44 M_{\odot}$ ($M_{\odot}$ é igual à massa do Sol). Chandrasekhar pôde chegar a esse valor porque a mecânica quântica, teoria que trata das partículas elementares, estava bem estabelecida e já era conhecido o chamado princípio de exclusão.

Em 1924, o físico teórico suíço Wolfgang Pauli (1900-1958) descobriu que os elétrons (partículas atômicas com carga negativa), quando concentrados em grande

A métrica para o espaço-tempo

Na geometria espacial ordinária, de três dimensões, a distância entre dois pontos pode ser medida com uma régua. No espaço-tempo quadridimensional, a idéia de distância entre dois eventos — idéia na qual a distância espacial e a separação temporal são componentes particulares — é chamada de *intervalo* entre dois eventos.

Em três dimensões, a distância entre dois pontos P_1 (com coordenadas cartesianas x_1, y_1 e z_1) e P_2 (com coordenadas cartesianas x_2, y_2 e z_2) pode ser escrita usando-se o teorema de Pitágoras: $s^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$. Quando a distância entre P_1 e P_2 é muito pequena, em vez de $x_2 - x_1$ escreve-se dx e faz-se o mesmo em relação às outras coordenadas.

A distância entre dois pontos fica sendo $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2$, que é a expressão da geometria euclidiana. Entretanto, em certos casos é útil usar coordenadas diferentes das coordenadas cartesianas (x, y, z). Podemos, por exemplo, usar coordenadas esféricas polares (r, θ, ϕ), onde r é a distância de um ponto P ao centro e as coordenadas θ e ϕ são coordenadas angulares. Nesse caso, a distância entre dois pontos próximos tem uma forma diferente da cartesiana e é dada por $ds^2 = dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2$.

Na geometria de três dimensões, porém, a distância entre dois pontos pode ser medida diretamente com régua e certamente independe do sistema de coordenadas que se use, seja ele cartesiano, esférico ou outro qualquer.

A dúvida é a seguinte: podemos generalizar essa noção de distância entre dois pontos para a noção de intervalo entre dois eventos? A resposta é sim. Suponhamos que existe um evento no ponto P_1 , que ocorre no tempo t_1 , e outro evento no ponto P_2 , que ocorre no tempo t_2 . A separação temporal entre os dois eventos é $t_2 - t_1$ (e para uma pequena separação temporal, em vez de $t_2 - t_1$, podemos escrever dt , como no caso das coordenadas cartesianas). Temos então que o evento P_2, t_2 é separado do evento P_1, t_1 pelos valores coordenados dt, dx, dy e dz . É com essa separação das coordenadas que temos que construir o intervalo. Poderíamos ser tentados a pensar que a extensão natural para o intervalo seria $ds^2 = c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$, onde

o termo $c dt$, com dimensões de comprimento, aparece em vez de somente t . Mas estaríamos errados, pois o espaço-tempo não obedece à geometria euclidiana.

A generalização correta é $ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$. Essa expressão é denominada intervalo ou métrica para o espaço-tempo. Se preferirmos usar coordenadas esféricas, a expressão da métrica para o espaço-tempo é $ds^2 = -c^2 dt^2 + dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2$. Essa expressão é válida para qualquer pessoa munida de régua e relógio para fazer as medições necessárias. Dizemos que é válida para qualquer observador. Uma geometria com essa métrica é chamada semi-euclidiana ou minkowskiana, em homenagem ao matemático alemão Herbert Minkowski (1864-1909).

Mas isso não é tudo o que queríamos. Estamos interessados na solução que descreve o campo gravitacional gerado por um corpo de massa M e em nenhum lugar a expressão para o intervalo acima apresenta esse parâmetro M . Esse foi justamente o problema resolvido por Schwarzschild, que encontrou a solução para o intervalo num dado campo gravitacional:

$$ds^2 = - \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r} \right) c^2 dt^2 + \frac{dr^2}{1 - \frac{2GM}{c^2 r}} + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2.$$

Esta solução nos dá o intervalo entre dois eventos próximos num campo gravitacional esférico — e vemos que o termo GM/r do potencial newtoniano aparece também na métrica de Schwarzschild. Esse intervalo é diferente do intervalo de Minkowski, já que aparece o coeficiente $1 - 2GM/c^2 r$ multiplicando dt^2 e dividindo dr^2 . Esse acréscimo indica que o espaço-tempo é curvo (ver Costa, S.I.R. e Santos S.A., 'Geometrias', em *Ciência Hoje*, nº 65, 1990).

A solução de Schwarzschild fornece o campo gravitacional de uma massa pontual no espaço vazio. Dois testes observacionais básicos da teoria — o avanço do periélio de Mercúrio e o desvio da luz no campo gravitacional do Sol — dependem crucialmente desta solução.

número em um espaço pequeno, não podem ser comprimidos além de um certo limite. É como se existisse uma força de repulsão que não deixa dois elétrons se aproximarem muito. Esse fenômeno, de grande importância na física em geral, é denominado princípio de exclusão de Pauli.

Em ação dentro de uma estrela, esse princípio equivale à existência de uma força de pressão (denominada pressão de degenerescência dos elétrons), que não deixa a estrela colapsar. Chandrasekhar mostrou que, se a massa da estrela for maior que $1,44 M_{\odot}$, a pressão de degenerescência não é suficiente para sustentar a estrela contra o colapso. Esse importante resultado deu ao físico indiano o Prêmio Nobel de física de 1983. Mas uma questão ficou em aberto: como evoluiria uma estrela que tivesse uma massa acima do limite de Chandrasekhar?

Estrelas com massas menores que esse limite evoluem – no caso, colapsam – até serem sustentadas pela pressão de degenerescência. Nesse estágio, a densidade da estrela é da ordem de uma tonelada para cada centímetro cúbico de sua matéria ou, em outros termos, 10^6 g/cm^3 . Seu raio é da ordem do raio da Terra, isto é, 6 mil km. A esse tipo de estrelas, deu-se o nome de anãs brancas. Sucintamente, anãs brancas são estrelas que, esgotadas as fontes internas de energia nucleares, devido à combustão de hidrogênio e de outros elementos, passam a ser sustentadas pela pressão de um gás denso de elétrons denominados degenerados.

Em 1930, a pequena companheira de Sirius estava explicada (figura 1). Dois anos depois, a descoberta do nêutron fez astrônomos e físicos nucleares começarem a especular sobre a existência de estrelas de nêutrons.

Do lado dos físicos nucleares estavam os russos Lev Landau (1908-1968) e George Gamow (1904-1968), que tentaram explicar a geração de energia de uma estrela através da neutronização de seu caroço central. Em 1941, o físico brasileiro Mario Schenberg e o próprio Gamow concluíram que essa linha de raciocínio era incorreta, mostrando que a neutronização é um processo descontrolado, com uma perda muito rápida de energia através da libera-

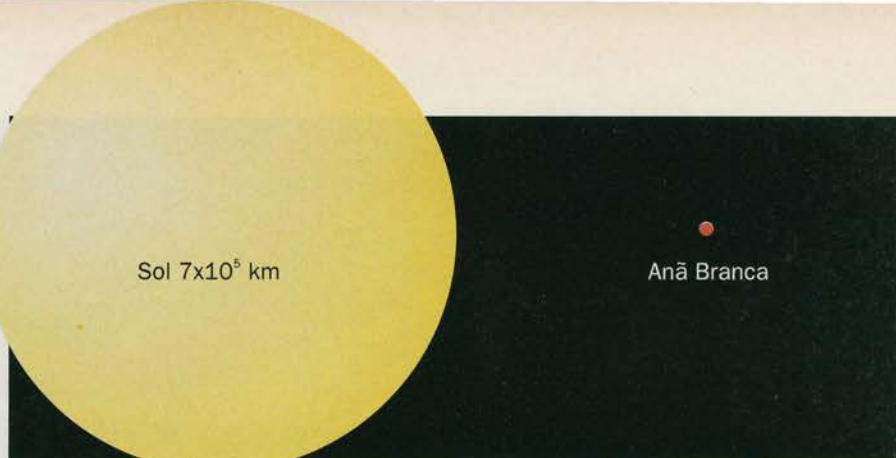


Figura 1. O Sol comparado a uma anã branca.



Figura 2. Anã branca comparada a uma estrela de nêutrons.



Figura 3. Estrela de nêutrons comparada a um buraco negro.

ção de neutrinos (partículas subatômicas sem carga). Gamow deu a esse fenômeno o nome de efeito Urca, comparando a perda de neutrinos nesse processo à volatilização de seu dinheiro no cassino da Urca, no Rio de Janeiro, quando esteve na cidade. Schenberg realizou outro trabalho importante, com Chandrasekhar, publicado em 1942, sobre a evolução do caroço de estrelas normais, como o Sol.

A outra linha de raciocínio foi iniciada pelo físico Fritz Zwicky (1898-1974), do Caltech (EUA), ao defender, desde 1934, a hipótese de que as estrelas de nêutrons teriam densidades muito altas e seriam os restos deixados no centro da explosão de

uma supernova, uma estrela que ejeta para o espaço uma grande quantidade de matéria luminosa.

Em 1939, os físicos norte-americanos Robert Oppenheimer (1904-1967) e seu colaborador, G. Volkoff, resolveram a dúvida sobre a existência de um limite máximo para a massa de estrelas de nêutrons. Levando em conta efeitos previstos na teoria da Relatividade Geral, mostraram que a massa máxima de uma estrela de nêutrons seria da ordem de $0,7 M_{\odot}$ e que acima desse limite não existiriam configurações de equilíbrio. Mostraram também que o raio desse tipo de estrela seria em torno de 15 quilômetros.

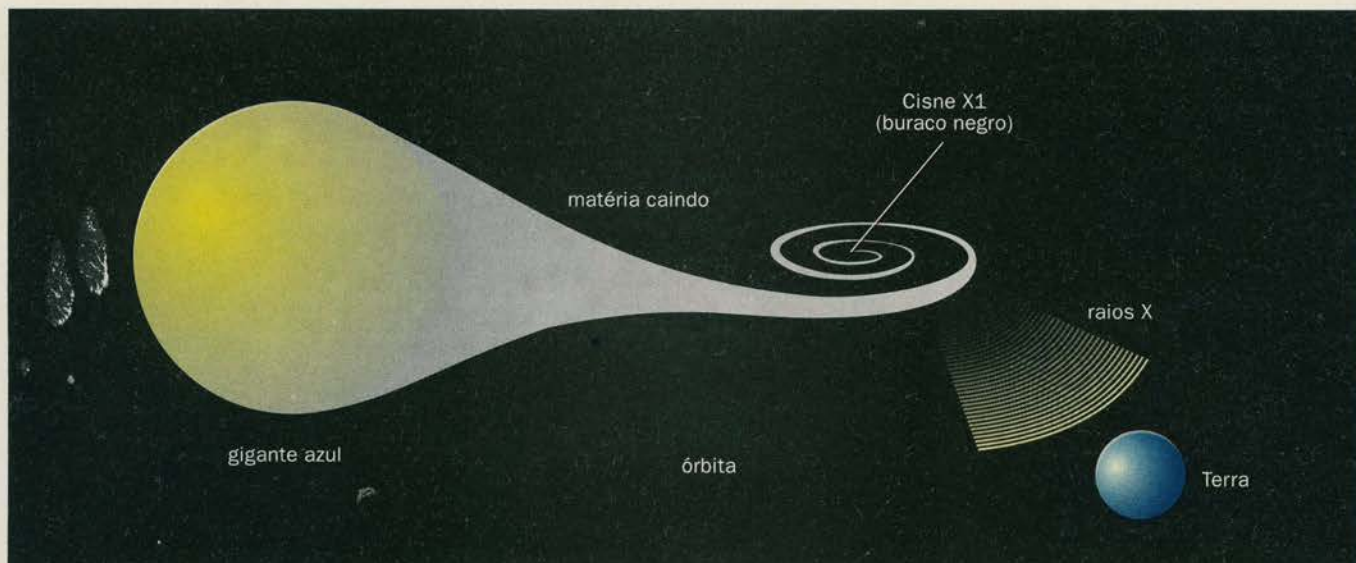


Figura 4. A matéria da estrela, ao ser atraída pelo intenso campo gravitacional, é acelerada de forma a emitir raios X enquanto espirala para dentro do buraco negro. O candidato mais sério a buraco negro, entre várias possibilidades, é um objeto na constelação de Cisne, cuja estrela companheira é uma estrela normal, classificada como gigante azul. Esse objeto, batizado Cisne X1, tem uma massa inferida da ordem de dez massas solares ($10 M_{\odot}$). Tudo indica que estamos na presença de um buraco negro.

Logo depois, Oppenheimer foi recrutado para liderar o Projeto Manhattan, no Laboratório Nacional de Los Alamos (EUA), onde a bomba atômica foi desenvolvida. Com isso, seu trabalho ficou esquecido, assim como outro, de Oppenheimer e Snyder, também norte-americano, sobre colapso gravitacional, publicado pouco depois. Só no final da década de 50, Wheeler e colaboradores mostraram que, com equações de estado mais razoáveis para analisar a matéria neutrônica, a massa máxima de uma estrela de nêutrons é da ordem de $3 M_{\odot}$.

Esses cálculos eram especulativos, já que estrelas de nêutrons nunca tinham sido observadas. Só em 1967 os astrônomos britânicos Jocelyn Bell e Anthony Hewish detectaram o primeiro pulsar, que logo depois, em 1968, foi identificado pelo físico inglês Thomas Gold como uma estrela de nêutrons em rotação, emitindo pulsos regulares e rápidos de ondas de rádio.

Assim, a idéia de estrelas superdensas, lançada 34 anos antes por Zwicky, foi finalmente confirmada (figura 2). Atualmente, conhecem-se mais de 500 pulsares. Um deles está no centro da famosa supernova da constelação do Caranguejo, que explodiu em 1054 e brilhou no céu durante alguns meses, evento registrado de forma espetacular por observatórios chineses. Outro pulsar famoso descobri-

to em 1974 pertence a um sistema binário de estrelas. A descoberta desse pulsar binário, que serviu para identificar a existência de ondas gravitacionais, valeu o Prêmio Nobel de Física de 1993 para os astrônomos norte-americanos Joseph Taylor e Russel Hulse.

Colapso gravitacional

Em 1939, Oppenheimer e Volkoff já indicavam que uma estrela com massa suficientemente grande sofreria contração. Mas foi o texto publicado em seguida pelo próprio Oppenheimer – juntamente com H. Snyder – que inaugurou o estudo do colapso gravitacional. Eles mostraram que, sem pressão de sustentação, a estrela colapsa irreversivelmente para dentro de seu raio de Schwarzschild.

Esses objetos – cuja massa, ao se contrair, se concentra em regiões menores que esse raio – foram batizados em 1968 por Wheeler, em um artigo de divulgação publicado na revista norte-americana *American Scientist*. Ele chamou-os de *black holes*, ou seja, buracos negros.

Para que uma estrela se torne invisível dentro de um buraco negro, isto é: deixe de ser vista por observadores externos, é necessário que seu raio seja igual ou menor que $2GM/c^2$. Em que circunstâncias esse critério é satisfeito? Consideremos a evolução de uma estrela normal como, por exemplo, o Sol. Essas estrelas obtêm sua energia convertendo hidrogênio em hélio. Em seguida, o hélio é convertido em elementos mais pesados como o carbono. Numa determinada fase dessa conversão, a densidade no caroço da estrela é tão grande que os elétrons ficam no caminho uns dos outros e se convertem num gás degenerado. Mas a região não colapsa porque, segundo o princípio de exclusão de Pauli, os elétrons não podem ocupar o mesmo espaço. Assim, essa estrela transforma-se numa anã branca, irradiando indefinidamente o remanescente de sua energia. O Sol, por exemplo, se tornará uma anã branca daqui a cinco bilhões de anos, com um tamanho aproximadamente igual ao tamanho da Terra.

Mas vimos que existe uma massa máxima, dada pelo limite de Chandrasekhar ($1,44 M_{\odot}$), acima da qual a pressão dos elétrons degenerados não pode se auto-suportar. Isso significa que uma estrela com uma massa duas ou três vezes superior (ou mais) à do Sol, por exemplo, vai evoluir de maneira diferente. As fases iniciais são idênticas às descritas para o

Sol, até se formar o caroço de carbono. Mas, no caso de uma estrela com muita massa, essa região também se contrai, provocando o aumento da temperatura central e disparando a conversão do carbono em elementos ainda mais pesados. Num certo momento, o ferro é fabricado no centro da estrela. Ao contrário do hidrogênio e dos outros elementos químicos, o ferro não queima. Quando uma grande quantidade desse elemento se acumula no centro da estrela, não há mais geração de energia nuclear e o suporte da pressão desaparece. Então, o centro da estrela colapsa catastroficamente.

Em poucos segundos, os elétrons juntam-se aos prótons (partículas atômicas com carga positiva) e aos neutrinos, transformando-se em nêutrons. A estrela continua em colapso e a velocidade dessa redução de tamanho atinge cerca de 70 mil km/s, até que densidades acima da densidade de núcleos atômicos são atingidas.

Nesse ponto, os nêutrons começam a ficar no caminho uns dos outros e o princípio de exclusão de Pauli, agora aplicado a essas partículas, entra de novo em ação. Pressões fantásticas surgem, o colapso é por um instante parado e, como uma mola, o material reexpande-se. As camadas externas ainda em colapso chocam-se contra as camadas internas já em expansão. Uma onda de choque propaga-se com energia suficiente para ejetar para o espaço a massa externa da estrela, composta de hidrogênio, hélio, carbono, oxigênio, nitrogênio e outros elementos químicos. Essa explosão, intensamente brilhante, é o que define uma supernova. No centro da estrela colapsada, resta apenas um objeto de 15 km de raio e com uma densidade de 10^{15} g/cm³: a estrela de nêutrons.

Mas também existe uma massa máxima para as estrelas de nêutrons, dada pelo limite de Oppenheimer-Volkoff, que vale aproximadamente $3 M_{\odot}$. Acima desse valor, a estrela de nêutrons também não se auto-suporta. Então, qual é o destino de uma estrela cuja massa inicial é grande o suficiente para, mesmo admitindo-se perdas substanciais de massa na explosão, formar uma estrela de nêutrons com uma massa, digamos, maior que $3 M_{\odot}$? Nesse caso, o limite de Oppenheimer-Volkoff foi ultrapassado, não há pressão suficiente para sustentar a estrela de nêutrons e ela colapsa para além do raio de Schwarzschild, formando primeiro um buraco negro (figura 3) e depois uma singularidade, onde curvaturas incalculáveis e densidades superiores a 10^{94} g/cm³ são atingidas.

Buracos negros, porém, ainda não foram observados. Por que é difícil observar buracos negros? Por definição – e como antecipou Michell –, buracos negros não podem ser vistos, por exemplo, por telescópios ópticos e, portanto, sua observação deve ser indireta. Uma das possibilidades para esse tipo de observação é a de o buraco negro fazer parte de um sistema binário, tendo como companheira uma estrela normal (figura 4).

A formação de buracos negros e a atração de matéria por eles serão certamente fenômenos observáveis quando as antenas de ondas gravitacionais estiverem funcionando com a precisão necessária. A melhor maneira de detectar formação de buracos negros é através de ondas gravitacionais (ondas emitidas por um campo gravitacional) e não pela captação de ondas eletromagnéticas (espectro de radiação da qual faz parte o infravermelho, a luz visível, o ultravioleta, os raios X, os raios gama, entre outras).

Há também a hipótese, proposta pelos físicos russos Yakov Zeldovich (1914-1987) e Igor Novikov, da criação de miniburacos negros no início do universo. Há restrições de natureza observacional à existência desses buracos negros. Em 1963, apareceu a hipótese de um outro tipo de buraco negro, com dimensões galácticas, quando o astrônomo holandês Maarten Schmidt identificou vários quasares (galáxias em grande atividade situadas a distâncias cosmológicas), que emitem enormes quantidades de energia. Imediatamente, os astrofísicos Fred Hoyle, da Universidade de Cambridge (Inglaterra), e William Fowler, do Caltech (EUA), sugeriram que o 'motor' capaz de gerar essa quantidade de energia seria o colapso de uma massa da ordem de 100 milhões de massas solares ($10^8 M_{\odot}$) no centro das galáxias.

Em 1969, essa idéia foi seriamente considerada quando Donald Lynden-Bell, do Instituto de Astronomia da Universidade de Cambridge, sugeriu que buracos negros habitam o centro de alguns núcleos galácticos, fornecendo uma explicação viável para a emissão espetacular de energia eletromagnética e de jatos de matéria. Esses buracos negros formam-se por colapso de aglomerados de estrelas. Embora a massa de buracos negros ga-



Figura 5. Os cones de luz de dois eventos, 'estalar de dedos 1' e 'estalar de dedos 2'. No papel, só é possível representar três dimensões. Por isso, somos obrigados a cortar uma das direções espaciais. No diagrama, aparecem somente duas dimensões espaciais (x, y) e uma dimensão temporal (t). A dimensão z foi suprimida. Com o passar do tempo, o flash de luz se expande do evento, aumentando o seu raio num formato de cone.

Quasares e buracos negros

Uma característica de todos esses objetos compactos é seu tamanho extremamente pequeno. As anãs brancas, com tamanho semelhante ao da Terra, e as estrelas de nêutrons, com 30 km de diâmetro, são objetos que ocorrem comumente no uni-

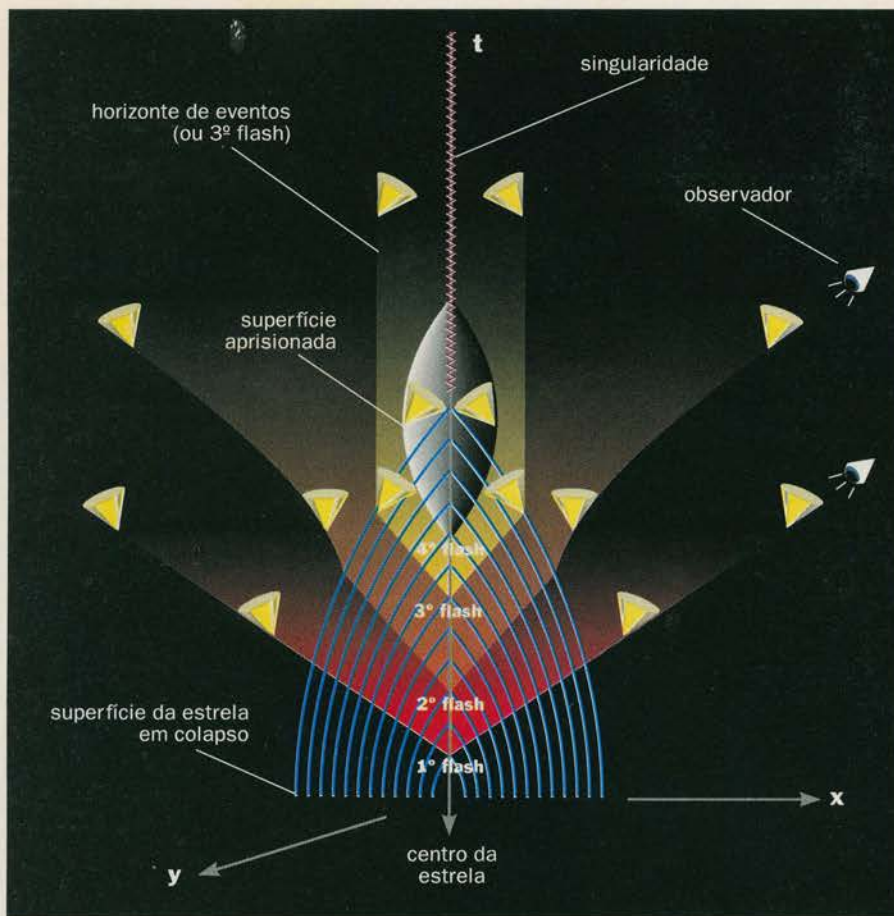


Figura 6. Processo de colapso de uma estrela, levando à formação de um buraco negro. Vários cones de luz em pontos (eventos) diferentes estão representados no diagrama.

láticos seja colossal – entre um milhão ($10^6 M_{\odot}$) e 10 bilhões ($10^{10} M_{\odot}$) de massas solares –, sua densidade é baixa, da ordem da densidade da água (1 g/cm^3). Foi com a descoberta dos quasares que a teoria da Relatividade Geral entrou definitivamente na astrofísica, para formar uma nova disciplina, denominada astrofísica relativística.

O nome buraco negro sintetiza em duas palavras tudo o que o objeto representa. É negro porque a luz está impedida de escapar e é buraco porque se comporta como se o espaço-tempo estivesse fechado em volta dele mesmo. Já os objetos obscuros imaginados por Michell são negros para observadores distantes, mas não são buracos.

O quadro espaço-temporal do colapso gravitacional começou a ser desenhado pelo físico inglês Roger Penrose, na década de 60. Seu trabalho foi continuado por Stephen Hawking, pelo físico escocês Brandon Carter e pelo físico canadense Werner Israel, entre outros. Para que esse

quadro fique bem claro, temos que nos familiarizar com o conceito de cone de luz, que ocupa um lugar central dentro da teoria da Relatividade Geral. Essa teoria trabalha com a noção de evento, que é a base do espaço-tempo.

Um evento físico é a idealização de uma ocorrência que não tem extensão espacial nem duração temporal. É uma ocorrência instantânea. O ato de estalar os dedos, por exemplo, pode ser considerado um evento. Esse ato ocupa uma certa região do espaço, pequena, e tem uma certa duração, apesar de curta.

Precisamos imaginar o ato de estalar os dedos no limite em que os dois dedos se tornam muito, muito pequenos, e em que estalam muito, muito rapidamente. Essa é a idealização de um evento. Portanto, um evento é um ponto no espaço-tempo, formado pela coleção de todos os eventos. Seguindo a mesma analogia, podemos imaginar pares de dedos ocupando todos os pontos do espaço, estalando o tempo todo. Esse conjunto idealizado de dedos

estalando fornece uma representação para o espaço-tempo.

O cone de luz de um evento descreve a história de um *flash* de luz esférico que sai do evento. Consideremos que, no lugar e no instante em que os dedos são estalados, uma lâmpada que emite luz em todas as direções é ligada, disparando um *flash*. Esse *flash* de luz se expande radialmente com o tempo. A esse *flash* podemos chamar cone de luz do evento ‘estalar os dedos’, por exemplo. O nome cone é utilizado porque, num diagrama do espaço-tempo, o *flash* de luz tem essa forma geométrica (figura 5).

Com esse novo ingrediente, podemos ter uma idéia correta de como aparece um buraco negro num quadro espaço-temporal. A nossa coleção de eventos agora vai ser um pouco mais complicada do que estalos de dedos, passando a incluir o colapso de uma estrela e a formação de um buraco negro.

Uma representação esquemática do processo de colapso (figura 6) pode facilitar a compreensão do fenômeno. O eixo do tempo está representado na direção vertical. Para obtermos um quadro de colapso gravitacional esférico, vamos supor que a matéria da estrela está colapsando radialmente, em direção ao centro desta, e que a estrela já se encontra na fase em que as forças de pressão, decorrentes do princípio de exclusão, se mostram insuficientes para sustentá-la. Na figura, podemos notar que a superfície e o interior da estrela diminuem de tamanho à medida que o tempo passa.

As propriedades importantes desse fenômeno físico podem ser analisadas se considerarmos *flashes* de luz que saem do centro da estrela. Para isso, admitimos, obviamente, que a estrela seja transparente a esses *flashes*. Nas fases iniciais, quando a densidade da estrela é relativamente baixa, os raios de luz emitidos (representados como o primeiro *flash*) praticamente não sofrem os efeitos da gravitação: os fótons (partículas de luz) passam pela superfície da estrela e seguem para sempre uma trajetória divergente, alcançando observadores distantes.

À medida que o colapso continua, a densidade aumenta e o campo gravitacional começa a exercer um efeito forte de foco – semelhante ao exercido por uma

lente de aumento, por exemplo – sobre os raios de luz que saem do centro, decorrentes da expansão do *flash* (o segundo *flash* da figura). Esses raios começam a ter dificuldades para escapar da estrela: eles não se afastam tão rapidamente quanto o primeiro *flash*, mas ao atingirem grandes distâncias, depois de se libertarem da estrela, eventualmente alcançam observadores no infinito.

A estrela continua em colapso, a densidade aumenta ainda mais e o efeito de foco gravitacional aumenta, até que haverá um *flash* crítico (o terceiro) em que os raios de luz produzidos emergem da superfície da estrela em colapso com divergência nula. Isso significa que esses raios de luz sofrem um efeito de foco tão intenso que, ao passar pela superfície da estrela, não conseguem mais se expandir, permanecendo num raio (geométrico) constante. Esse raio constante é precisamente o raio de Schwarzschild ($r_s = 2GM/c^2$). Assim, está formado o buraco negro.

A esse *flash* crítico dá-se o nome de horizonte de eventos, que demarca a fronteira de pontos a partir da qual não é possível para os raios de luz escaparem para infinito. Posteriormente, *flashes* emitidos do centro serão tão focalizados que seus raios irão divergir inicialmente, mas em seguida irão convergir (como no

quarto *flash*), atraídos pela imensa força gravitacional. Superfícies cujos raios de luz – emitidos para fora – convergem são chamadas superfícies aprisionadas, porque estão todas dentro do buraco negro.

Podemos notar que o buraco negro não diminui de tamanho à medida que a matéria da estrela continua a se contrair. O raio do buraco negro não é o raio da estrela e sim o raio da superfície que denominamos horizonte de eventos. Depois que a superfície da estrela passa pelo horizonte de eventos, o raio do buraco negro é o raio de Schwarzschild. É fácil deduzir que nesse raio não existe singularidade alguma. Localmente, o raio de Schwarzschild não tem qualquer significado, mas globalmente ele tem: é um horizonte para observadores externos, que não podem vislumbrar os processos que ocorrem internamente.

Mesmo depois que o buraco negro se forma, a gravidade continua puxando a estrela para o centro. O volume da estrela continua diminuindo e sua densidade aumentando. A estrela contrai-se para o tamanho de uma cabeça de alfinete, continua se contraindo para o tamanho de um micróbio, contrai-se para distâncias menores do que as já testadas pelo homem, inimagináveis de tão pequenas. A massa, porém, continua a ser a mesma massa

com que a estrela iniciou o colapso, ou seja, um pouco maior que a massa do Sol. Isso significa que a estrela é espremida para densidades ilimitadas, com o campo gravitacional dentro da própria matéria aumentando catastroficamente.

Qual será o destino dessa matéria? Podemos responder melhor a essa pergunta imaginando um astronauta corajoso caindo, juntamente com a matéria da estrela, em direção ao centro. A parte de seu corpo mais perto do centro será puxada, pela força gravitacional, mais fortemente que qualquer outra parte. Essa variação na força gravitacional ao longo do corpo do astronauta é chamada de curvatura ou força de maré. Esse nome surgiu por analogia à variação da gravidade da Lua ao longo da Terra, que, embora pequena, causa as marés dos oceanos. Não haveria marés se a Lua exercesse uma força uniforme em todos os lugares. Assim, se o astronauta tiver os pés mais perto do centro, seus pés e sua cabeça tenderão a ser separados. O astronauta será primeiro esticado e depois totalmente desmembrado. Seu corpo será reduzido a fragmentos e, à medida que o colapso prossegue, esses fragmentos também serão destruídos, sendo eventualmente reduzidos a átomos. Em seguida, os átomos serão igualmente destruídos, restando as



Uma supernova que explodiu em 1987 e foi de vital importância para testar as teorias existentes. No lado esquerdo, a seta indica a estrela progenitora numa fotografia tirada antes da explosão. No lado direito, a fotografia mostra de forma clara o imenso brilho que emana de uma supernova.

partículas elementares que os compõem.

Teoricamente, a força de maré continuará crescendo catastroficamente, até corresponder a raios de curvatura menores que os raios das partículas elementares, quando também essas partículas serão destruídas. Como não são conhecidos objetos menores que as partículas elementares, não temos a noção exata do que acontecerá para a frente. Atingimos assim o conceito de singularidade, onde as leis da física não são mais válidas, são transcendidas. É uma física ainda por descobrir, que terá que descrever os fenômenos numa tal singularidade. E não é só a matéria que se torna singular com densidades infinitas: o próprio espaço-tempo, cujas curvaturas tornam-se infinitas, desaparece nessa singularidade.

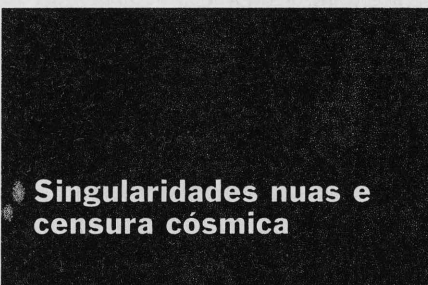
Podemos perguntar o que um astronauta com mais juízo, mantendo-se distante da estrela, observaria durante o colapso. Sabemos que um observador distante não vê mais a estrela depois da formação do buraco negro. De fato, depois que a estrela passa pelo seu horizonte de eventos, a única informação que sobra é o valor da massa original. Se a estrela tiver rotação ou carga elétrica, esses valores também restarão. Não importa se a estrela era composta por nêutrons, por átomos, por elefantes ou por qualquer outro material, porque o buraco negro vai ter suas propriedades determinadas somente pela sua massa, pela sua rotação e pela sua carga elétrica. Isso levou Wheeler a afirmar que buracos negros 'não têm cabelos'.

No início dos anos 70, a formação de buracos negros estava bem estudada. Nessa época, Penrose propôs um mecanismo para extração de energia dos buracos negros e Hawking enunciou o teorema das áreas, segundo o qual a área de um buraco negro não decresce. Esse teorema foi comparado à segunda lei da termodinâmica, que afirma que a entropia (o grau de desordem) de um sistema fechado não decresce.

Com a descoberta, também por Hawking, de que por efeitos quânticos os buracos negros emitem vários tipos de radiação, inclusive eletromagnética, o quadro termodinâmico ficou demonstrado. Para buracos negros macroscópicos, esse processo de 'evaporação' de matéria

é muito lento e não tem interesse astrofísico. Mas a descoberta em si fornece novas possibilidades para a concepção de uma teoria que consiga englobar a teoria da Relatividade Geral, a mecânica quântica e a termodinâmica.

No esclarecimento do quadro termodinâmico referente aos buracos negros participaram, entre outros, o israelita Jacob Beckenstein, o inglês Paul Davies, o canadense William Unruh e o norte-americano Robert Wald. Dessa forma, parafraseando Werner Israel, no seu artigo em comemoração aos 300 anos da edição dos *Principia*, de Newton, "colapso gravitacional tornou-se uma disciplina sofisticada, comparada em elegância, rigor e generalidade à termodinâmica, um assunto com a qual se tornou inesperadamente semelhante".



O processo que analisamos (esquemático na figura 6) é o de um colapso esféricamente simétrico. Será que esse modelo de um espaço-tempo com simetria esférica exata fornece um quadro verdadeiro do colapso, especialmente perto do centro, onde curvaturas enormes são atingidas? Se qualquer desvio de esfericidade fosse – como se poderia esperar – ampliado durante o colapso, nosso modelo baseado na métrica de Schwarzschild se tornaria desapropriado. Um passo de grande importância para esclarecer essa questão foi dado em 1965, num trabalho de Penrose sobre singularidades.

Esse trabalho foi posteriormente entendido, culminando nos chamados teoremas de singularidades de Hawking e Penrose. Esses teoremas surgiram relacionados à análise de dois assuntos: a origem do universo e o estágio final do colapso de estrelas. Será que o universo se originou num *Big Bang* singular? Será que estrelas reais colapsam para singularidades? Os teoremas de singularidades fornecem fortes razões para acreditarmos

que as singularidades estão presentes em ambos os casos. Mas aqui nós estamos interessados no colapso de estrelas e não nas teorias sobre o nascimento do universo (ver *Ciência Hoje* nº 88, p. 28, 'A origem do mundo').

O importante teorema de singularidade de Penrose mostra que, no colapso gravitacional, uma vez que haja a formação de um horizonte de eventos, ou seja, um buraco negro, a ocorrência de uma singularidade é inevitável. Basta que uma quantidade suficiente de matéria normal esteja concentrada numa pequena região, que não precisa ser esférica, podendo conter pequenas irregularidades. A próxima pergunta que podemos fazer é: será que uma singularidade pode se formar sem a formação de um buraco negro? Em caso afirmativo, tal singularidade não estará revestida por um horizonte de eventos, ou seja, poderá ser vista por um observador distante. A existência desse tipo de singularidade, denominada singularidade nua, apresenta problemas teóricos sérios, muito mais sérios do que no caso de uma singularidade dentro de um buraco negro. Como a física nas singularidades é desconhecida, qualquer coisa pode sair delas sem causa prévia. Portanto, não é possível determinar o que vai acontecer e a Relatividade Geral deixa de ser uma teoria determinística, após a formação da singularidade. Do ponto de vista observacional, esses efeitos poderiam ser ignorados somente se a informação proveniente da singularidade não puder escapar.

Para acabar com esses problemas, Penrose propôs em 1969 a hipótese da censura cósmica, que tem o seguinte enunciado, em termos gerais: o colapso gravitacional de uma estrela resulta sempre num buraco negro e não numa singularidade nua. De outra maneira: todas as singularidades provenientes de colapso gravitacional estão escondidas dentro de um buraco negro e não podem ser vistas por observadores distantes. A hipótese da censura cósmica ainda não foi demonstrada, embora Brandon Carter, em 1973, a tenha considerado o problema mais importante da teoria da Relatividade Geral clássica. Para piorar a situação dessa hipótese, vários contra-exemplos surgidos recentemente mostram que singularidades

nua podem ocorrer.

Um contra-exemplo particular é encontrado na extensão do colapso de Oppenheimer-Snyder. Se dividirmos a estrela em camadas, existirão, grosso modo, as camadas mais próximas do centro, as camadas intermediárias e as camadas externas perto da superfície. O modelo de Oppenheimer-Snyder supõe que as várias camadas colapsam rapidamente, com as camadas externas colapsando ainda mais rapidamente que as centrais, de modo que a singularidade ocorre no centro com a chegada simultânea de toda a matéria.

Outro modelo, porém, admite um processo diferente. Supõe que as camadas centrais colapsam primeiro, seguidas pelas camadas intermediárias e só, muito depois, colapsam as camadas externas. Assim, quando as partes centrais colapsam para formar a singularidade, as partes externas ainda se encontram longe. Não há, por essa razão, matéria suficientemente concentrada para formar um buraco negro. Assim, a singularidade criada é nua, pois acontece sem haver um buraco negro.

E agora? A singularidade representa o desconhecido. Qualquer coisa pode sair da singularidade. Podemos imaginar que, ao se formar, a singularidade emite um raio de luz. Esse primeiro raio de luz hipotético que sai da singularidade é chamado de horizonte de Cauchy, em homenagem ao matemático francês Augustin Louis Cauchy (1789-1857), que desenvolveu o estudo de certos tipos de equações, chamadas hiperbólicas, usadas na teoria da Relatividade Geral. Já o nome horizonte é usado porque, para além desse primeiro raio de luz, nada pode ser previsto e as equações hiperbólicas não podem ser resolvidas. Portanto, o horizonte de Cauchy é um horizonte para prognosticar. Essa singularidade nua é um contra-exemplo à censura cósmica e já existem outras: as que ocorrem no colapso de radiação ou em colapsos não esféricos, por exemplo.

A teoria da Relatividade Geral certamente não é a verdade última. Quando a singularidade começa a se formar e as forças de maré atuam em distâncias da ordem de 10^{-13} centímetros, as partículas elementares são destruídas. Sem partículas para sondar a geometria, torna-se difícil manter uma teoria, como a Rela-

tividade Geral, que se utiliza de uma descrição de um contínuo para o espaço-tempo. Nas menores dimensões possíveis de imaginar, da ordem de 10^{-33} centímetros, haverá flutuações no próprio espaço-tempo. Essas dimensões foram batizadas escalas de Planck, em homenagem ao físico alemão Max Planck (1858-1947), cujo trabalho de 1900 iniciou a física moderna.

Nas escalas de Planck, o espaço-tempo deve ter uma estrutura caótica, tipo 'espuma', em que o conceito de tempo não é mais bem definido e noções quânticas de gravitação têm de ser usadas. Assim, quando uma teoria sobre a gravitação quântica estiver pronta, as singularidades poderão se tornar objetos explicáveis, tão naturais quanto buracos negros ou mesmo quanto os pêndulos e suas oscilações.

Sugestões para leitura

- COSTA, S.I.R. e SANTOS, S.A., "Geometrias Não Euclidianas". *Ciência Hoje*, nº 65, 1990.
- ISRAEL W., 'Dark stars: The Evolution of an Idea'. In HAWKING, S. e ISRAEL, W. (eds.), *300 Years of Gravitation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.
- LEMOS, J.P.S., 'O poder dos buracos negros'. *Ciência Hoje*, nº 74, 1991.
- LEMOS, J.P.S., 'Naked Singularities: Gravitationally Collapsing Configurations of Dust and Radiation, a Unified Treatment', *Physical Review Letters*, nº 68 (1447), 1992.
- LEMOS, J.P.S., "Estrelas colapsadas: das anãs brancas às singularidades, o desenvolvimento de um conceito" Publicação especial do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, n. 5, 1993.
- NOVIKOV, I., *Buracos negros e o Universo*. Elfos, Lisboa, 1990.



José Pizarro de Sande Lemos nasceu em Portugal, tem 36 anos e vive há 19 anos no Rio de Janeiro. Graduado pela PUC/RJ, doutorou-se em 1987 no Instituto de Astronomia da Universidade de Cambridge no tema 'Conchas, Discos e Homologia em Relatividade Geral'. Atualmente é Pesquisador-associado do Departamento de Astrofísica do Observatório Nacional e professor de cursos de pós-graduação no próprio Observatório e apaixonado por dois dos personagens mais misteriosos do Universo, buracos negros e singularidades, utilizando a Teoria da Relatividade para entender a sua natureza.

Roberto Miguel Klein

A botânica como sacerdócio

Com a vida dedicada ao estudo da botânica e da ecologia, o professor Roberto Miguel Klein, do Herbário Barbosa Rodrigues, localizado em Itajaí (SC), foi um profundo conhecedor da Mata Atlântica. Agraciado, junto com seu colega Padre Raulino Reitz, com o prêmio Global 500, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, teve o seu nome homenageado com 36 espécies botânicas novas. Autor de mais de 160 trabalhos publicados em revistas do Brasil e do exterior, sua obra está registrada principalmente na *Flora Ilustrada Catarinense* e na revista *Sellowia*, além dos livros *Projeto Madeira de Santa Catarina* e *Projeto Madeira do Rio Grande do Sul*. Um trabalho importante para a geração de conhecimentos que permitiram desenvolver conceitos sobre o manejo de florestas. O professor Roberto Klein sofreu um derrame cerebral em abril de 1991, vindo a falecer no dia 13 de novembro do ano seguinte.

Entrevista concedida em 7/12/90 a Francisco Carlos Deschamps e Airton Rodrigues Salerno, da EPAGRI S/A (Estação Experimental de Itajaí-SC).

Fale-nos sobre sua origem e formação, professor.

Nasci em 31 de outubro de 1923, no município de Montenegro (RS), onde cursei o primário. O secundário fiz em Gravataí e, no seminário em 1947, concluí o curso de filosofia. Em 1949 vim para Santa Catarina, trabalhar com o Dr. Henrique Pimenta Veloso no levantamento fitoecológico da costa atlântica do sul do Brasil. Nosso objetivo era estudar o relacionamento das bromélias ou gravatás com a proliferação de larvas dos mosquitos transmissores da malária.

Curvei história natural na Universidade Católica do Paraná, de 1960 a 1964. Isso foi necessário para validar o meu título na ativida-

de que desempenhava. Como nosso trabalho era vinculado à Secretaria de Agricultura do Estado, eu precisava ter curso de agronomia, veterinária ou história natural. Optei pelo último, mais condizente com as minhas inclinações.

Quem foi o Dr. Veloso?

Era biólogo e especializou-se em ecologia com o professor Pierre Dansereau, do Canadá, que viera ao Brasil dar um curso de ecologia no Rio de Janeiro, principalmente sobre as áreas de restinga e da 'floresta atlântica'. O Dr. Veloso era funcionário do Instituto Oswaldo Cruz e, após ter desenvolvido um trabalho de ecologia no norte, na Bahia e em Minas Gerais, foi con-

vidado para fazer o levantamento da vegetação das bromélias, para relacioná-las com os criadouros do mosquito da malária no sul do Brasil. As bromélias criam condições adequadas ao desenvolvimento dos mosquitos transmissores de malária, graças aos pequenos depósitos de água formados pela disposição das folhas. Nesse trabalho, minha função era coordenar a equipe de ecologia, entomologia e fitoecologia.

Qual a influência do Dr. Veloso e desse trabalho na sua formação?

Foi decisiva, porque eu não tinha conhecimento prático; em ecologia, eu tinha observações de conhecimentos populares. Foi acompa-



FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES

Uma das últimas fotos do professor Klein, em 1989, no interior do Herbário.

nhando meu pai em caçadas que aprendi as coisas elementares. Com o Dr. Veloso, comecei a sistematizar, e além disso fiz um curso de dois anos com ele, que começou com seis alunos (o pessoal da equipe), duas vezes na semana durante duas horas. No fim eu fiquei sozinho mas ele continuou mesmo assim. Então, além do trabalho prático no campo, ele me ensinava teoria, estudando ecólogos como Dansereau, Braun Blanquet, importantes na época. Nessas discussões aprendi muito sobre a ecologia vegetal no Brasil.

Como surgiu o interesse pela botânica?

Ao desistir do sacerdócio, soube que o Padre Raulino Reitz ia fazer um levantamento botânico em Santa Catarina. Após uma consulta prévia ele me aceitou no trabalho, mas não logo: dependia da construção do herbário, o atual Herbário Barbosa Rodrigues. Enquanto esperava, como eu sabia falar alemão, fui trabalhar em Estrela (RS), na rádio Alto-Taquari, como locutor do programa 'Hora Alemã', e me correspondia com o Padre Raulino. Meu contrato na rádio era de dois anos.

Depois desse prazo escrevi ao Padre consultando sobre a oportunidade de começarmos o trabalho, caso contrário teria que renovar com a rádio por mais dois anos. Ele respondeu que ainda não era possível e me indicou a outra pessoa. Era o Dr. Henrique Veloso, que estava implantando um programa novo muito ousado em Brusque, no Instituto de Malariologia. Trabalhei durante três anos com o Dr. Veloso e aí, então, é que o Herbário ficou pronto.

Então esse interesse pela botânica, pelo menos nessa fase, acabou sendo determinado pela malária?

A malária foi um dos motivos, se não fosse por ela, talvez eu estivesse num outro emprego. Talvez continuasse a atender a 'Hora Alemã',

talvez engrenasse no magistério ou alguma coisa assim. Trabalhar com o Dr. Veloso foi a minha sorte. Eu não apreciava muito a botânica sistemática, mas através desse trabalho comecei a estudar realmente

o que me interessava, ecologia. Então o início de tudo foi o estudo sobre a transmissão da malária e da sua relação com a vegetação florestal onde se criam as bromélias.

Como decorreu esse trabalho?

Cheguei a Brusque em junho de 1949, e logo no primeiro dia fiz o exame do concurso público. No segundo dia, ao saber da aprovação, preparei o que era necessário e no terceiro comecei a trabalhar. O Instituto de Malariologia era subordinado ao Serviço Nacional de Malária, na época dirigido pelo sanitarista Mário Pinotti. A pesquisa ficou pronta em 1953. Estabelecemos que, das 89 espécies de bromélias existentes nessas matas, oito eram importantes para a criação de mosquitos transmissores de malária.

O Padre Raulino participou desse trabalho?

Sim. Ele foi indicado pelo Dr. Lyman Smith, um especialista em todas as bromélias da América. O Dr. Veloso convidou Smith para vir para cá, mas ele respondeu que só poderia ficar pouco tempo. E indicou o Padre Raulino, com o qual já se

correspondia, como alguém que conhecia as bromélias tão bem quanto ele. A partir de uma classificação preliminar que fizemos, o Padre começou a fazer uma sistematização e uma classificação mais correta.

E quando o senhor entrou para o Herbário?

Em fevereiro de 1953. Do Instituto de Malariologia passei imediatamente para o Herbário Barbosa Rodrigues. Mas este prédio em que estamos agora ainda não estava pronto. O Herbário ainda funcionava no seminário de Azambuja, em Brusque.

Foi lá que o Herbário começou?

Não, o Herbário começou no Rio Grande do Sul, com o Padre Raulino. Mas em 1949, quando cheguei, tinha sido transferido para o seminário da cidade de Brusque, onde ficou até 1954. Depois foi mudado para este novo prédio. Morei aqui no Herbário por muitos anos. O terreno foi doado pelo prefeito Paulo Bahuer, que considero o maior benfeitor do Herbário. Depois ele conseguiu a ver-



O jovem Klein aos 26 anos, quando começou a trabalhar em Malariologia na cidade de Brusque (SC), com o Dr. Henrique Pimenta Veloso, do Instituto Oswaldo Cruz.

Padre Raulino, colaborador e amigo

O Padre Raulino Reitz era natural de Antônio Carlos (SC), onde nasceu em 19 de setembro de 1919. Graduou-se em Filosofia e Teologia no Seminário Central de São Leopoldo (RS) de 1937 a 1943, ano em que, a 5 de setembro, ordenou-se em Florianópolis. Em 1973 obteve o título de Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas.

Seu envolvimento com plantas, segundo ele próprio, começou em 1º de abril de 1938, quando ainda cursava o segundo ano de filosofia em São Leopoldo. Foi quando passou a herborizar plantas, dando início à sua coleção. Em 22 de junho de 1942, já como estudante de teologia, fundou o Herbário Barbosa Rodrigues, no mesmo seminário. Após ordenado e iniciar suas atividades religiosas em Santa Catarina, transferiu o Herbário para o Estado, primeiro para o Seminário de Azambuja, na cidade de Brusque, e em 1942 para a cidade de Itajaí, onde ele se encontra até hoje. No abrigo do Herbário foi

editor das revistas *Sellowia*, que conta com 41 volumes em 6.827 páginas, e da *Flora Ilustrada Catarinense* (1965), com 151 volumes em 12.489 páginas, 2.760 estampas e 1.983 mapas. Até 1990, o Padre Raulino aparecia como autor de 45 livros e 114 artigos.

Em suas preciosas anotações registrou ter percorrido, durante 51 anos de atividade (1938-90), 1.025.144 km, nos mais diversos meios de transporte. Suas 973 viagens de estudos botânicos e ecológicos abrangeram 216 municípios no Estado, 26 estados do país e 51 países nos cinco continentes. Coletou 30.073 espécies de plantas, descobrindo cinco novos gêneros e 327 espécies. Sua grande especialidade foram as Bromeliáceas (*Ciência Hoje*, vol. 4, nº 21), fato evidenciado sobretudo de 1949 a 1951, quando colaborou nas pesquisas realizadas nos Estados do sul pelo Serviço Nacional de Malária. Desse período ficou-lhe o cognome de 'Padre dos Gravatas', por ter estudado estas plantas como criadouros do mosquito.

bário. Depois ele conseguiu a verba, com um órgão federal, para a construção do prédio, que ficou pronto em 1954.

E o trabalho era remunerado?

No princípio eu recebia uma verba através da Sociedade Científica que mantinha o Herbário mas, como era pouco, apelamos à Secretaria de Agricultura. Foi sugerido então o meu ingresso como botânico auxiliar, trabalhando como funcionário estadual mas cedido ao Herbário.

Quando começou a sua vida acadêmica?

Para compensar o salário insuficiente, passei a lecionar no curso secundário à noite. Depois, o Dr. Beluzzo Jr., Secretário da Agricultura, vendo que como botânico eu não ganhava muito, permitiu que lecionasse um dia na semana no período diurno. Minha vida era muito difícil. Por isso é que resolvi fazer o curso de História Natural no Paraná, para adquirir formação científica que me permitisse progredir na Secretaria e ganhar um pouco mais.

Isso foi entre 1960 e 1964. Fiz o

curso com 50% de frequência, porque eu ia num dia e no outro ia trabalhar. Eram seis horas de viagem de Itajaí a Curitiba: eu saía às sete da manhã e chegava a uma da tarde, a uma e meia começava a aula, que ia até as sete da noite. Mas às seis e meia eu tinha que pegar o ônibus de volta, e assim fui levando. Durante 1964 lecionei na Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, mas o objetivo maior era fundar um Herbário nos moldes do Barbosa Rodrigues. Quando criaram a Fundação de Ensino do Pólo Geoeducacional do Vale do Itajaí – Fepevi, atual Universidade do Vale do Itajaí (Univali), passei a lecionar à noite, durante a semana, e na Fundação Educacional da Região de Blumenau (Furb) aos sábados.

Como foi o contato com a Universidade?

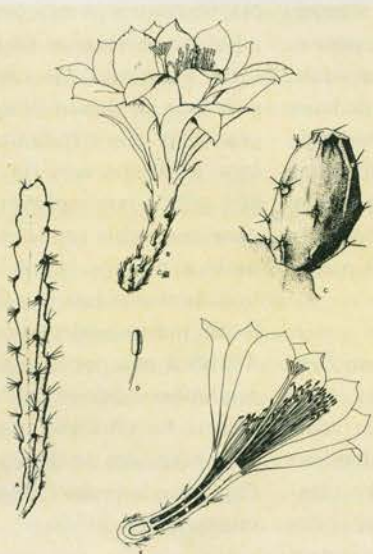
Eu já tinha contatos com o meio acadêmico por causa do trabalho de ecologia com o Dr. Veloso, conhecido nacionalmente desde 1956. Foi nesse ano, antes de me formar, que comecei a publicar trabalhos na *Sellowia*. A revista foi fundada em 1949 e era de responsabilidade

do Herbário, como sua penetração no meio acadêmico era boa, fiquei conhecido nas universidades.

E o senhor então conseguiu desen-



O professor Klein acompanhado do uruguaio Diego Legrand, especialista em Mirthaceas e grande colaborador do Herbário. Foto tirada no Parque Botânico do Morro Baú (Ilhota, SC).



Em cargos administrativos destacou-se como diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (1971-75), vice-presidente (1976-79) e depois, superintendente adjunto de pesquisa ambiental (1979-83) da Fundação de Amparo à Tecnologia Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA). Foi também responsável pela criação do Parque Botânico do Morro Baú (1961), com 750 hectares, vinculado ao Herbário Barbosa Rodrigues e um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica. Coube-lhe ainda a criação de outras reservas, como o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (90.000 ha), da Serra Furada (1.320 ha), da Reserva Biológica Estadual do Sassafrás (5.600 ha), do Aguai (7.600 ha) e da Canela Preta (1.844 ha).

Das inúmeras homenagens que recebeu destaca-se o prêmio Global 500, da ONU, em 5 de junho de 1990, Dia Mundial do Meio Ambiente, na cidade do México. Faleceu a 20 de novembro de 1990, vítima de infarto, durante homenagem na Câmara Municipal de Itajaí.

volver seu trabalho de pesquisa na Universidade?

Na UFSC eu tinha a meu encargo a iniciação de professores, como o

Souza Sobrinho, Antônio Bresolin, além do ensino para pesquisa, que



na época não existia e foi implantado por nosso departamento de botânica, começando com um planejamento dentro da ilha e da grande Florianópolis, para um levantamento detalhado da flora dessa área.

Outro pesquisador que foi meu estagiário durante quatro anos foi o professor Ademir Reis, que se doutorou em Campinas. Considero-o o discípulo mais interessado. Ele direcionou seu trabalho para o manejo florestal e conseguiu dados que viabilizam economicamente a exploração do palmito, graças ao manejo adequado do palmitreiro da nossa região, desde Paranaguá até o sul do Estado. Na Furb, diversos alunos meus se destacaram nos estudos de manejo florestal e hoje alguns são professores. No manejo florestal e em especial da nossa Mata Atlântica, é preciso conhecer a distribuição e a descrição das espécies. Então, o trabalho de Veloso e Klein é o livro de cabeceira para esse pessoal. Depois tem também a minha tese de doutorado *Flora e Vegetação do Vale do Itajaí*, que aborda os problemas de erosão e enchentes dessa região.

Onde fez seu curso de doutorado? Na Universidade de São Paulo (USP), de 1972 a 1973. Comecei com o objetivo de fazer mestrado, mas depois da avaliação dos meus trabalhos acabei direto no doutorado. Depois fiz minha tese, em 1977, mas só pude defendê-la em 1979, uma vez que o curso ainda não estava credenciado. Ela está publicada na *Sellowia* ("Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí". *Sellowia*, n.ºs. 31 e 32, 1979).

Nesse período, quais foram as grandes limitações?

Atualmente creio que seria difícil repetir o que fiz. Durante dois anos, eu trabalhava durante a semana e no final de semana ia a São Paulo fazer os créditos. Mesmo assim, não houve interrupção no nosso trabalho.

Como era fazer pesquisa numa época e num local sem grandes condições?

Na época, a natureza de nosso trabalho não exigia tantos recursos. Assim, começamos a coletar nos arredores da grande Florianópolis. Muitas vezes os professores utilizavam seus próprios veículos para realizar as coletas. Algumas latas que fechassem bem e permitissem guardar as plantas que já estivessem secas era o suficiente. Levei a maior parte do material coletado para o Herbário Barbosa Rodrigues, onde ainda hoje se vê uma pilha de latas guardando o material da Universidade. Porque todo esse material vinha para o Herbário para posteriormente ser enviado a especialistas nos EUA, México, vários países da Europa e até Austrália.

Como foi a sua trajetória no Herbário?

Meu trabalho foi acompanhar, sempre que possível, o Padre Raulino nas pesquisas sobre a flora catarinense. Quando viajávamos, o Padre dirigia o jipe e eu ia de caneta e

papel na mão, fazendo as anotações necessárias sobre o planejamento das coletas. Tudo isso para que, depois da coleta do material, pudessemos editar a *Flora Ilustrada Catarinense*. Esse trabalho era mantido durante a pesquisa de campo e também de noite, quando tínhamos umas horas vagas. Nossa *Flora* foi tão bem planejada que difere de outras existentes no mundo. Além da botânica, aplica a ecologia, para a qual pude contribuir muito graças à experiência adquirida com o Dr. Veloso. O ponto alto da *Flora de Santa Catarina* eram as observações ecológicas, um capítulo inexistente nas outras floras.

Incluimos a descrição da fenologia, da época de floração e da utilidade das plantas. A *Flora da Argentina*, por exemplo, é muito bonita, mas não tem esses capítulos. Nos EUA todo mundo deu destaque à *Flora Catarinense*. Por que ela não ficou só na parte básica mas acrescentou outras informações muito úteis. Foi com esse enfoque, aliando dados da ecologia e da parte botânica, que conseguimos vencer os concursos para fazer os projetos Madeira de Santa Catarina e Madeira do Rio Grande do Sul.

Como foi planejada a *Flora Catarinense*?

Nós marcamos as estações de coleta a fim de observar as variações dos solos ao longo das encostas, ao contrário de outros pesquisadores botânicos que exploraram em locais próximos aos rios ou mais fáceis. Nós nos cansávamos muito para conseguir espécies de solos úmidos, médios, xeromorfos e outros. As nossas estações ficavam em locais muito acidentados da Mata Atlântica, mas por isso mesmo conseguimos espécies novas para a ciência. Em princípio eram espécies que pareciam se limitar a Santa Catarina e hoje são encontradas em outros locais do Brasil.

De onde veio a idéia desse planejamento?

Queríamos atingir todo o estado. A eficiência da coleta eu devo ao Dr. Veloso. Ele dizia que deveria abranger toda a área morfológica (topos de morro, planícies etc.), recomendação que depois aplicamos. No início, tínhamos programado pouco mais de 60 estações de coleta. Como mais espécies iam aparecendo, tivemos que acrescentar mais estações no meio do caminho. No final, chegamos a cerca de 180. Em cada estação fazíamos 10 visitas anuais, para pegar todas as plantas em floração ou frutificação, isto é, das espécies com florescimento anual. Depois descobrimos as espécies que não florescem todos

os anos. Por exemplo, o pau-óleo é uma árvore bonita mas que floresce de dois em dois anos ou três em três. Observamos uma árvore que só no quarto ano floresceu. Foi justamente para comprovar isso que partimos da idéia de que todas as plantas floresciam e frutificavam anualmente. Também sabíamos que a intensidade da floração varia, o que nos permite prever, por exemplo, que o jacatirão ia florescer completamente em determinado ano.

Por que?

Porque houve um estímulos, como um inverno seco, e as plantas se ressentiram; e

a planta, quando se ressentiu, se reproduz intensamente através de flores e sementes. Analisando-se vários anos a biologia de uma determinada espécie, podíamos observar os efeitos do clima



Herbário Barbosa Rodrigues

O Herbário Barbosa Rodrigues – HBR é uma Instituição não-governamental, de fins científicos e filantrópicos, que tem como objetivo pesquisar a flora do Estado de Santa Catarina. Fundado em 1942 pelo Padre Raulino Reitz, o Herbário teve seu grande impulso durante uma campanha de erradicação da malária (1949-1952), quando se descobriu que os transmissores dessa doença eram os insetos do gênero *Anopheles* que, no sul do Brasil, têm seu ciclo de vida dentro da água retida entre as folhas das bromeliáceas (ver 'Bromélias-tanque', neste número).

Durante a campanha antimalária foram realizados estudos fitossociológicos em toda a região de ocorrência da doença, para definir formas de combate aos insetos transmissores, e todo o material botânico coletado ficou depositado no HBR. Foi nesse trabalho que Roberto Klein e Raulino Reitz começaram a parceria que iria durar por toda a vida.

A partir da experiência adquirida com esse trabalho, já em 1951 foi iniciado um levantamento botânico de todo o Estado de Santa Catarina, uma região que compreende 94 mil km², e que na época ainda possuía extensas florestas tropicais inexploradas. Para tal empreendimento foi desenvolvida uma metodologia que até hoje é usada como modelo para levantamentos em outras regiões. Foram estabelecidas 180 estações de coleta, de 1 km² cada, nas quais se fazia, durante o ano todo, o recolhimento das amostras.

Após a realização do plano de coleta, executado de

1951 até 1964, o material botânico coletado – cerca de 70 mil exemplares dessecados – foi enviado a especialistas nacionais e estrangeiros, para posterior publicação da *Flora Ilustrada Catarinense*. Atualmente essa obra descreve 149 famílias botânicas, num total de 12.489 páginas. O Herbário publica também a revista botânica *Sellowia*, atualmente com 44 volumes.

O Herbário Barbosa Rodrigues mantém uma reserva florestal de 750 ha, coberta por rica vegetação da Floresta Tropical Atlântica (floresta ombrófila densa). O parque botânico do Morro Baú representa atualmente um dos poucos redutos de floresta primária de Santa Catarina.

Durante esses 50 anos de atividades, o Herbário sobrevive graças aos seus projetos de pesquisa financiados por instituições nacionais e estrangeiras, além da comercialização de suas publicações e contribuições de seus associados, e tem continuado o trabalho do Padre Raulino Reitz e de Roberto Miguel Klein, para que a sociedade possa conhecer e usufruir o conhecimento acumulado durante 50 anos de pesquisas sobre a flora do Estado de Santa Catarina.

Ademir Reis

Diretor-científico do Herbário Barbosa Rodrigues

O endereço do Herbário Barbosa Rodrigues é:

Avenida Marcos Konder, 800

88301-122 - Itajaí, SC

Telefone (0473) 44-2725

sobre o florescimento ou a ausência de florescimento.

Qual a contribuição de um trabalho como o realizado no Herbário

Herbário uma base que pudesse ser aplicada. Uma coisa que acho muito importante é procurar na nossa vegetação nativa as alternativas para a região, para não introduzir espécies

exóticas, cuja possibilidade de adaptação ao meio é totalmente desconhecida.

Atualmente existe uma pressão muito grande pela pesquisa aplicada, de resultados. Como é que se pode realizar um trabalho básico com tanta pressão por resultados? Nós realmente precisamos da pesquisa aplicada, mas a

pesquisa básica muitas vezes fornece dados fundamentais para que a pesquisa aplicada tenha resultados mais rápidos... O exemplo do Herbário é marcante.

Isso é uma coisa que sempre procurei dizer. Trata-se de compreender a importância da pesquisa básica para pesquisa aplicada. Sem ela, é como construir uma casa começando pelo telhado. Um dos nossos objetivos era melhorar o ensino médio e principalmente o superior, porque os nossos livros didáticos com seus desenhos traziam apenas exemplos da flora do exterior. Em 1949, quando comecei a trabalhar, ninguém sabia o nome científico da canela preta. Então mandamos o material para a Austrália e EUA, e depois soubemos de um especialista no Rio de Janeiro e mandamos para lá também. Todos eles disseram que seu nome científico era *Oocotea pretiosa*, o que está errado. Isto demonstra que a botânica básica estava na estaca zero. Atualmente, com a edição da *Flora*

Ilustrada Catarinense e dos livros resultantes dos 'projetos madeira', já se tem muita coisa. Esses livros, presentes nas escolas, permitem aos alunos conhecer as espécies mais importantes para aplicação em manejo ou mesmo em reflorestamento. Foi um caminho longo.

Como foi desenvolvido o projeto madeira em Santa Catarina e Rio Grande do Sul?

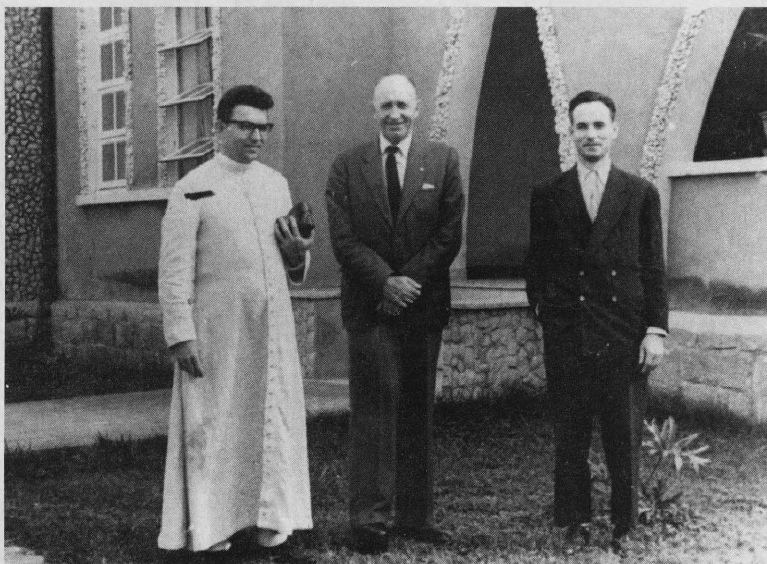
Esse projeto aconteceu porque naquela época considerou-se a necessidade de repor 10 a 15% de espécies nativas. Então, plantava-se qualquer coisa. Quando nascia, ficava por isso mesmo. A Sudesul veio com a idéia de fazer um estudo no sul do Brasil sobre árvores capazes de servir para reflorestar ou adensar a mata.

Qual o intercâmbio que vocês tiveram fora da região e do país?

O nosso plano de coletas já descrevi, mas a classificação botânica da maioria das espécies nem eu nem o Padre poderíamos fazer. Contamos então vários botânicos mas, houve dificuldades para conseguir que participassem. Por isso, o Padre viajou aos EUA, Europa e Austrália para contatar botânicos dispostos a colaborar com a *Flora Catarinense*. Como resultado a descrição da flora é produto de 150 pesquisadores de alto nível técnico.

É um trabalho bastante conhecido no exterior.

É verdade, nosso trabalho é reconhecido internacionalmente. Nos EUA, na Alemanha, na Inglaterra, e outros países os nossos trabalhos estão em lugar de honra. O conhecimento do trabalho do Herbário levou, entretanto, a algumas aberrações geográficas. Em vários lugares onde estive, como Venezuela, Chile e Argentina, o pessoal falava que Itajaí era a capital do Estado. Então fui ficando nervoso, e ex-



O professor Klein e o Padre Raulino com o botânico argentino Angel Cabrera. Ao fundo, vista parcial do Herbário Barbosa Rodrigues.

para o desenvolvimento do país?

Com os dados gerados pelo Herbário, é possível fazer trabalhos aplicados baseados em informações reunidas durante mais de 40 anos. Talvez os pesquisadores que desenvolveram este trabalho básico não sonhassem com resultados práticos. Mas o melhoramento das pastagens, o manejo de solos e de águas e outras coisas poderão decorrer dele.

Somente do planalto catarinense temos três volumes sobre gramíneas nativas, trabalho feito por dois especialistas americanos e eu. Levamos cerca de 10 anos para elaborá-lo, apontamos dentre as 400 espécies de gramíneas estudadas as 20 mais viáveis. A partir desses dados básicos e usando técnicas científicas para melhoramento de pastagens com espécies nativas, talvez se possa duplicar, ou até mais, o número de animais por unidade de área.

Procuramos construir a partir do

pliquei que Itajaí era uma cidade importante no Estado, mas que a capital ficava a cerca de 100 km ao sul. Perguntei por que eles diziam isso e responderam: "Com uma produção científica assim, Itajaí só pode ser a capital". Então me senti muito satisfeito.

Conte-nos algo marcante de seus trabalhos no exterior.

Nosso trabalho foi tão bem conceituado que fui convidado para realizar estudos em outros países. Por exemplo, no Paraguai realizei um trabalho mais intensivo. Era um projeto da FAO. Fiz um concurso de títulos em Roma, candidatando-me a dirigir os estudos práticos sobre as florestas do Paraguai. Tirei o primeiro lugar e fui convidado a trabalhar três meses nas florestas orientais do Paraguai. Também dei um curso em Assunção sobre dendrologia e publiquei um pequeno trabalho sobre dendrologia das árvores do Paraguai. Eles disseram que foi o melhor trabalho de dendrologia que até então existia. Claro, não havia sido feito nenhum antes, de modo que eles podiam achar assim.

Outro fato que me deixou realizado: fiquei sabendo, através de meu acompanhante da FAO, de uma pequena reserva de pinheiros. No local, vimos que era um pinhal já em substituição, mas era uma floresta situada em solo muito ruim, com o detalhe de que os pinheiros estavam se regenerando. Eu disse então: "Todo mundo diz que esse pinheiro foi plantado pelo índio, mas ele é nativo". E o acompanhante me disse: "Doutor, temos que ir a Assunção falar com o Ministro da Agricultura". O ministro se prontificou a sobrevoar a região no dia seguinte. Após alguns sobrevôos, razantes e com pouca velocidade, ele ficou impressionado com os 500 pinheiros adultos que viu lá. Até noticiaram na imprensa, mas o que ficou de concreto é que hoje aquela

área é um parque nacional de pinheiros. Já tinha brasileiro querendo derrubar. Os pinheiros tinham se instalado ali numa época anterior, em que a mata não conseguiu sufocá-los. O parque chama-se El Pinhalito.

Por não saber dessa dinâmica é que o IBDF falhou. Ele via aquelas condensações de pinheiros nos campos, e dizia: "Aqui é o lugar do pinheiro". Mas não. Ali o pinheiro se refugiou da mata que o sufoca. Por isso é que eu digo que pinheiro tem que ser plantado em áreas onde antes existiam florestas. E não só de pinheiros, mas de outras árvores também. Mas ninguém liga.

Pelo que o senhor descreveu, é possível uma exploração racional das florestas.

Para isso é necessário um estudo dinâmico da floresta e do comportamento ecológico, verificando se as espécies se encontram em equilíbrio. Determinar quem está em fase de substituição ou em fase de introdução é muito difícil. Em primeiro lugar, porque exige tempo de observação e, em segundo, porque não dispomos mais de núcleos de floresta primitiva (intocada) em que pudéssemos basear os estudos. A partir daí é que poderíamos estabelecer um critério de exploração racional.

E a nossa Mata Atlântica como está? Tem futuro?

Eu não sei quais são os remanescentes primários onde foram feitas poucas explorações. Da ilha de Santa Catarina, todas as imagens que foram feitas de satélite indicavam que pelo menos 50% eram florestas primitivas.

A floresta primária e o capoeirão não são nitidamente diferenciáveis

pelas imagens de satélite. Para verificar isso, realizamos um levantamento em áreas da ilha apontadas como de mata primitiva. Só encontramos mata primária em 1% da área, o resto era capoeirão. A mata



concentra cerca de 250 m³ de lenha, enquanto no capoeirão varia de 20 a 60 m³. Por aí se pode ter uma idéia dos erros, bem como da importância de se conhecer adequadamente as florestas. Se essa metodologia fosse usada para a Mata Atlântica, acho que se teria um choque, ao constatar o reduzido número de locais com florestas primárias. Ao sobrevoar certas regiões, a gente vê trilhos e caminhos de toras e tratores em tudo quanto é lugar. Não pode haver uma exploração racional da Mata Atlântica em Santa Catarina. Na verdade já exploraram tudo.

Como é ser ecologista mundial?

Bom! Ecologista mundial é me ver realizado, quando a própria ONU reconhece o nosso trabalho de proteção do meio ambiente, como cientista e ecólogo.

Qual a sua mensagem em termos de ecologia?

Acho que devíamos estimular as pessoas que estão se envolvendo no

estudo do manejo florestal, que têm conhecimento da flora da região como, professores das universidades e de outros órgãos. Seus trabalhos deveriam ser valorizados, para que pudéssemos fazer um estudo sobre a recomposição das florestas primitivas, a partir do capoeirão. E nós temos espécies que poderiam enriquecer as capoeiras, a partir das mais resistentes ao sol. Esse tipo de metodologia não precisa se restringir a Santa Catarina, pode ser usado em outros estados. Não se deve considerar só a produção de madeira e

lenha, embora importantíssima, mas a proteção do meio ambiente é fundamental. Um exemplo: o jacatirão protege o solo contra a erosão; é uma coisa espetacular, porque à medida que formos enriquecendo a floresta, minimizamos as enchentes. No vale do Itajaí milhões são gastos para combater os efeitos e não a causa das enchentes, que é o desmatamento irracional ao longo das encostas.

Qual o seu maior desejo para o futuro?

O meu maior desejo acho que não

vai se realizar. É ver publicada toda a *Flora Catarinense*, não só um sonho meu como do Padre Raulino. Ele morreu desanimado com a falta de recursos. Eu não vou desanimar, porque mais cedo ou mais tarde teremos que intensificar os estudos sobre o manejo florestal e alguns frutos vão ficar. Eu já posso ver isso. Sem conscientização sobre esse tipo de trabalho, não vamos poder conservar nem enriquecer nossas florestas, nem a capoeira nem o capoeirão, que são a salvaguarda do nosso meio ambiente.

CONCURSO PÚBLICO

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF

Estão abertas, até o dia 21 de fevereiro de 1994 as inscrições para concurso público de títulos e provas para provimento de:

- 01 vaga de PESQUISADOR TITULAR na área de FÍSICA ESTATÍSTICA;
- 01 vaga de PESQUISADOR ASSOCIADO na área de FÍSICA EXPERIMENTAL DA MATÉRIA CONDENSADA, subárea de Caracterização Estrutural e Física de Cerâmicas Supercondutoras;
- 01 vaga de PESQUISADOR ASSOCIADO na área de FÍSICA EXPERIMENTAL DA MATÉRIA CONDENSADA, subárea de filmes finos, preparação, caracterização e propriedades magnéticas;
- 01 vaga de PESQUISADOR ADJUNTO na área de FÍSICA EXPERIMENTAL DA MATÉRIA CONDENSADA, subárea de espectroscopia Mössbauer e outras técnicas locais aplicadas ao magnetismo de filmes finos e sistemas desordenados;

conforme editais publicados no D.O.U. de 24/12/93, nº 245, Seção III.

Poderão inscrever-se pesquisadores que possuam doutorado em Física ou área afim e, no caso de pesquisador titular, exigem-se, pelo menos, seis anos de pesquisa após a obtenção do título.

O concurso constará de análise e apreciação de títulos, prova pública de defesa e arguição do memorial, e prova pública de erudição e expressão.

INSCRIÇÃO: das 9 às 16 horas

Comissão Supervisora de Concursos/ CBPF

**Rua Xavier Sigaud 150, 2º andar, sala 208,
Ala B, Urca**

Rio de Janeiro, RJ, 22.290.180, Brasil

Tel: (021) 541-0337 - ramal 152

Fax: (021) 541-2047



CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF

A única revista
de divulgação científica para crianças

CIÊNCIA HOJE

das crianças



jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos



Por que a população mundial está envelhecendo?

Entre os mais pobres dos pobres estão os idosos, sobretudo mulheres

O envelhecimento da população mundial é um fenômeno histórico de certo modo novo, iniciado nos países desenvolvidos e que atualmente ocorre nos países em desenvolvimento. Desde a década de 60, mais da metade da população com mais de 65 anos vive nos países do Terceiro Mundo. Projeções demográficas indicam que na América Latina, no período de 1980 até o ano 2000, haverá um crescimento de 120% na população como um todo. A população acima de 60 anos, entretanto, deverá crescer 236% no mesmo período, tornando-se o grupo etário de maior expansão nos países menos desenvolvidos.

O determinante no fenômeno de envelhecimento de uma população é o mesmo em todo o mundo: mudança na condição de alta fertilidade/alta mortalidade para baixa fertilidade/baixa mortalidade. No entanto, os fatores responsáveis por esse processo diferem entre os países ricos e pobres.

Os estágios da transição demográfica são basicamente: a) alta mortalidade nos primeiros anos de vida (grande parte da população é jovem); b) progressivo decréscimo da mortalidade nos primeiros anos de vida (taxa de crescimento e porcentagem de jovens na população cresce); c) redução da taxa de fertilidade aliada à manutenção da queda na taxa de mortalidade (aumenta a porcentagem de adultos jovens e progressivamente de idosos); e d) declínio da mortalidade em todos os grupos etários (aumento contínuo na porcentagem de idosos na população).

Nos países desenvolvidos, essa transição demográfica se deu gradativamente, com a melhoria nas condições socioeco-

nômicas, tais como saneamento, moradia, nutrição e nível de educação, possibilitando um 'controle racional' da natalidade. Esse processo já se desencadeara antes mesmo do avanço médico-tecnológico.

Nos países do Terceiro Mundo, os estágios da transição demográfica estão sendo comprimidos, ou seja, ocorrem em um tempo menor, pela intervenção direta no controle de mortes e nascimentos, o que justifica a rapidez com que vem ocorrendo. O processo, em graus variados, está muitas vezes dissociado do desenvolvimento socioeconômico. As consequências desse rápido aumento do número de idosos numa população podem ser dramáticas para as sociedades que não estão preparadas e contam com poucos recursos.

O conceito de idoso é difícil e às vezes impossível de ser precisamente definido, visto que não só idade cronológica, mas capacidade funcional e ainda aspectos

culturais têm de ser levados em conta. Entre os Yoruba da Nigéria, por exemplo, a mulher é considerada idosa quando se torna avó. Na Índia, quando o filho mais velho se casa, e em outras culturas considera-se a mulher idosa quando essa atinge a menopausa.

No processo de envelhecimento, a qualidade de vida, muito mais que o número de anos, define o estado da velhice. Pelo fato de a idade para aposentadoria ter sido estipulada em vários países entre 60 e 65 anos, desenvolveu-se a idéia de que todas as pessoas nessa faixa etária e acima dela são idosas. Se mesmo para os países desenvolvidos esse limite não é satisfatório, para os países em desenvolvimento é, no

mínimo, inadequado.

O crescente aumento da expectativa de vida da população mundial não é um processo uniforme. Ele difere nos vários países e embora seja extensivo a ambos os sexos, tem sido mais significativo para a mulher, devido a causas *biológicas* (fatores genéticos e bioquímicos, como os hormônios femininos que ajudam a reduzir a incidência de doenças isquêmicas do miocárdio entre o sexo feminino); *comportamentais* (o consumo de álcool e de tabaco ainda são mais comuns entre os homens, além das mulheres, em geral, serem mais atentas ao aparecimento de sintomas e procurarem auxílio médico mais cedo); *assistenciais* (melhor assistência médico-obstétrica) e *ambientais* (os homens estão mais expostos a acidentes em geral de trânsito, de trabalho, quedas etc.).

Em regiões do Terceiro Mundo, como o Brasil, por exemplo, condições de vida



tais como pobreza extrema, sobrecarga de trabalho, desnutrição, más condições de moradia são fatores que podem levar ao envelhecimento precoce. Para as mulheres, as múltiplas gestações e a lactação são condições agravantes. Se considerarmos a relação entre a idade do indivíduo e a sua capacidade funcional, a população idosa brasileira corresponde a uma porcentagem muito maior que os 6% registrados.

Posição do Brasil no contexto mundial do envelhecimento

A transição demográfica no Brasil tem ocorrido graças à implementação de programas de Saúde Pública, uso de vacinas, antibióticos e drogas que não eram conhecidas até um passado recente. O controle da natalidade vem sendo feito principalmente através da esterilização irreversível das mulheres em idade reprodutiva e do uso de contraceptivo oral.

Nas diversas regiões do Brasil, além das taxas de mortalidade e fecundidade, a migração interna tem um papel de extrema importância na conformação etária da população, uma vez que ela tem sido bastante seletiva no que diz respeito aos grupos etários. Nesses movimentos migratórios, existe um predomínio da população entre 15 e 40 anos o que tende a rejuvenescer a população nas áreas de destino ao mesmo tempo em que provoca um envelhecimento 'artificial' nas áreas de saída, independentemente das variações nas taxas de mortalidade e fecundidade.

Levando-se em conta apenas a idade 'cronológica', a proporção de idosos na população total do Brasil comparada com a européia é relativamente baixa: 6% e 17% respectivamente. No entanto, desde 1960, a população brasileira de idosos cresce proporcionalmente muito mais que sua população infantil, entre 0 e 14 anos, que até então era o grupo etário de maior crescimento. A porcentagem desta população decrescerá de 44%, em 1960, para 24% no ano 2025, enquanto a população idosa crescerá de 5% para 14% no mesmo período.

Entre os países que daqui a 32 anos terão as maiores populações do mundo, oito são considerados em desenvolvimento, de acordo com os critérios atuais. Entre

eles está o Brasil, com um crescimento da ordem de 16 vezes em sua população idosa. Já na população como um todo o crescimento no mesmo período não deverá exceder 5%, o que o colocará como sexto país em população idosa no mundo em termos absolutos.

Longevidade e saúde no Brasil

Envelhecer é um processo natural que envolve inúmeras transformações biológicas e psicológicas. Não significa adoecer, no entanto, na velhice as pessoas estão mais vulneráveis a condições incapacitantes. Algumas se adaptam com maior facilidade a essas modificações, porém outras têm um sentimento de inutilidade e exclusão, que é exacerbado pela forma preconceituosa com que a velhice é vista pelos outros como ressalta Ecléa Bosi, em seu livro *Memória e Sociedade: Lembrança de velhos* (1987).

No Brasil a expectativa de vida ao nascimento varia não só entre os estados ricos do sul e o pobre nordeste, (respectivamente 54 e 39 anos em 1950, e 67 e 51 em 1980), como também entre diferentes classes sociais na mesma população. Entre os mais ricos e os mais pobres pode haver uma diferença de 15 anos na expectativa de vida.

Estudo realizado na cidade de São Paulo, mostra que 75% das pessoas acima de 65 anos apresentam pelo menos um tipo de doença crônico-degenerativa com

predomínio de hipertensão arterial. Na mesma população 25% apresentam uma forma de distúrbio mental, sendo depressão a mais freqüente. Essas proporções são muito mais acentuadas nas camadas mais pobres.

A população idosa, com algum tipo de doença física e/ou mental, é a que demanda mais cuidado institucional e a que usa principalmente o sistema público de saúde, o que significa que a responsabilidade de incrementar a oferta de serviços de saúde é primeiramente do Estado.

Envelhecer com plenas funções físicas e mentais não representa problema maior para o indivíduo ou para a comunidade. As dificuldades se acentuam quando essas funções começam a se deteriorar, colocando em risco a capacidade de manter independência e autonomia. Um alto grau de deficiência física e/ou mental é incompatível com o viver só e obviamente requer atenção especial.

No Brasil, os laços de família ainda se mantêm fortes. No entanto, com as crescentes modificações sociais devidas principalmente ao processo de urbanização e industrialização, a característica de famílias extensas tem sofrido transformações, dando lugar ao aparecimento das famílias nucleares.

Estes fatores vêm agravar a situação dos idosos que ou são deixados nos lugares de origem por filhos que migram para grandes centros urbanos, ou são obri-

PAÍSES	POPULAÇÃO (MILHÕES DE PESSOAS)					Classificação em 2025
	Classificação em 1950	1950	1975	2000	2025	
China	1º.	42	73	134	284	1º.
Índia	2º.	32	29	65	146	2º.
URSS	4º.	16	34	54	71	3º.
USA	3º.	18	31	40	67	4º.
Japão	8º.	6	13	26	33	5º.
Brasil	16º.	2	6	14	32	6º.
Indonésia	10º.	4	7	15	31	7º.
Paquistão	11º.	3	3	7	18	8º.
México	25º.	1	3	6	17	9º.
Bangladesh	14º.	2	3	6	17	10º.
Nigéria	27º.	1	2	6	16	11º.

Mudanças na população de países que terão mais ou menos 16 milhões de pessoas com 60 anos ou mais no ano de 2025.

Cairo-94: População e Desenvolvimento

A Organização das Nações Unidas promoverá a Conferência sobre População e Desenvolvimento (International Conference on Population and Development (ICPD)), no Cairo, Egito, de 5 a 13 de setembro de 1994. Ela comemora o 20º aniversário da Conferência sobre População, em Bucareste, a primeira que tratou do tema. Cairo, capital do Egito, país subdesenvolvido, foi escolhida como sede porque, segundo se estima, nos próximos 35 anos, 94% do crescimento populacional ocorrerão no mundo das nações pobres, onde hoje se encontram 78% da população mundial. O projeto de recomendações da ICPD será debatido por sua Comissão Preparatória na reunião de abril próximo, em Nova York. O plano de ação da ICPD deverá

incluir uma declaração de princípios, projeções sobre o futuro crescimento populacional e um conjunto de objetivos para os próximos 20 anos com relação ao aumento da população, mortalidade maternal, mortalidade infantil, expectativa de vida, educação (especialmente para meninas e mulheres), igualdade de sexos e o uso de contraceptivos.

Segundo Elza Berquó (Novos Estudos, Cebrap, nº 37, nov/93), "no Terceiro Mundo, a garantia dos direitos reprodutivos e a conquista do aborto legal consta das pautas de reivindicações urgentes, que, juntamente com a redução da pobreza e o repúdio a qualquer forma de discriminação, as mulheres trarão em suas bagagens de luta rumo ao Cairo-94".

gados a compartilhar reduzidos espaços em domicílios sem um mínimo de conforto na periferia das grandes cidades, onde as condições de saneamento são geralmente precárias. Há ainda o agravante da necessidade de adaptação ao novo ambiente.

O envelhecimento e a condição da mulher

A expressão 'cuidado na família' é com frequência um eufemismo para o que normalmente ocorre: o idoso é cuidado por uma mulher, já que no contexto familiar, esta é principalmente uma responsabilidade da mulher, o que lhe impõe uma sobrecarga de trabalho não remunerado e muitas vezes não reconhecido, sem direito a interrupção ou descanso.

Na sociedade moderna, o papel da mulher tem se modificado. Na sua luta por independência e por melhores condições socioeconômicas, a mulher nas últimas décadas começou a competir no mercado de trabalho. Isso significa que essa mão de obra gratuita está se reduzindo, ao mesmo tempo em que cresce a população idosa. Inevitavelmente, se o número de potenciais cuidadores diminuir e o dos que necessitam cuidados cresce, mais idosos acabam por ficar em desamparo. Ainda assim não é incomum que a mulher acumule as tarefas domésticas, o cuidado

aos parentes idosos e trabalho extraluar, contando com virtualmente nenhum suporte da comunidade.

Esse triplo papel pode gerar um desgaste extremo, aumentando a pressão social no sentido de que alternativas de atenção à população sejam encontradas.

Nos países em desenvolvimento a contribuição da mulher idosa através do seu papel na família, na força de trabalho e na comunidade, é usualmente relevante. No entanto, essas atividades são geralmente 'invisíveis'.

Na velhice, a condição da mulher é muitas vezes dramática, obrigada a trabalhar enquanto sua força física permite, participando em geral de trabalho mal remunerado. Vítima de discriminação sexual, recebe quase sempre um salário abaixo do que é pago ao homem. Poucas são as que recebem pensões através dos sistemas de previdência social. Em praticamente todas as sociedades, entre os mais pobres dos pobres estão os idosos e entre os mais pobres dos idosos, os do sexo feminino.

Que medidas podem ser tomadas

A perspectiva futura para os países em desenvolvimento é a de um grande aumento da população idosa, particularmente do sexo feminino, com número

crescente de pessoas dependentes. É inconcebível que a família, através da mulher, continue assumindo toda a responsabilidade de cuidado ao idoso. A manutenção da população idosa na comunidade exige alto nível de planejamento e dispêndio de recursos financeiros. No entanto, sob o ponto de vista econômico, essa é a medida mais adequada. Quando as tentativas de manter essa população no meio social falham, a alternativa que se impõe é a institucionalização, medida muito mais onerosa para o Estado, além das consequências psicológicas negativas para o indivíduo.

Num país como o Brasil, com predomínio de população jovem, com grande incidência de pobreza, mortalidade infantil ainda alarmante e alto índice de analfabetismo, é ilusório acreditar que atenção ao idoso possa ser prioridade. No entanto, como indicam dados oficiais, a população acima de 55 anos que corresponde a 9% da população total, já absorve 44% dos benefícios destinados à população como um todo. A população infantil que corresponde a 36% da população brasileira recebe apenas 29% dos benefícios sob forma de educação e saúde.

Esses dados indicam que se não houver uma revisão urgente no sistema de utilização dos recursos, a população infantil irá envelhecer em condições de pobreza enquanto a atenção integral ao idoso continuará precária, perpetuando-se as condições vigentes.

Assim, torna-se necessária a conscientização das autoridades, dos profissionais de saúde e da sociedade em geral para a procura de estratégias que visem a um atendimento efetivo dessa população idosa crescente.

Elza Maria de Souza

Programa de Atenção Integral à Saúde do Adulto – Fundação Hospitalar do Distrito Federal – Brasília.

Alexandre Kalache

Head, Public Health Implications of Aging Program – London School of Hygiene and Tropical Medicine.



Um planeta quer falar com você. **Ciência Hoje - BBS**
Um planeta quer falar com você. **Ciência Hoje - BBS**
Um planeta quer falar com você. **Ciência Hoje - BBS**
Um planeta quer falar com você. **Ciência Hoje - BBS**

Um micro e uma linha telefônica. Se você tem os dois o mais difícil está feito. Agora, basta somar a eles uma placa de fax/modem e entrar em linha com a Terra e, mais importante, fazer contato com o primeiro BBS do Brasil dedicado exclusivamente à ciência.

É fácil:

- procure uma loja de suprimentos de informática. Você vai descobrir que a placa fax/modem custa cerca de 5% do preço de um micro. O investimento é pequeno, a instalação é simples e, no final, ela transforma seu PC em um fax completo e em um receptor/transmissor de dados;
- ligue para (021) 295-6198 (de 2ª a 6ª, das 20h às 8h, e nos fins-de-semana, a qualquer hora). É o telefone da *Ciência Hoje* - BBS, que coloca você em dia com os limites da ciência. E não pague nada por isso!

No *Ciência Hoje*-BBS, você encontra:

Ciência Hoje-Hipertexto. A primeira revista de divulgação científica editada para ser lida em computador. Nela, está o melhor da edição impressa de *Ciência Hoje*, com direito a cores, gráficos e fotos.

Textos. Dispense o xerox e tenha os artigos de *Ciência Hoje* prontos para usar, direto em seu editor de textos. Fazer com eles pesquisas, trabalhos escolares e apresentações fica muito mais fácil.

Jogos educativos. Use seu micro para aprender, mas evitando a didática tradicional: tenha acesso direto a um acervo que já chega a 50 jogos, desde aritmética para crianças até modelagem química em 3-D.

Linha direta. Fale diretamente com a revista: assinaturas, dúvidas sobre os assuntos publicados, sugestões, suporte técnico. Basta ligar e deixar uma mensagem que ela será respondida em, no máximo, 48 horas.



Bem vindo ao ciberespaço

Computadores falam entre si e levam redes planetárias para dentro de casa

"Sim, agora existe." Essa foi a resposta que a rede universal de computadores, ao ser finalmente concluída, deu à pergunta: "Deus existe?".

Bem, nesse sentido, do conto de Fred Brown, de 1954, Deus *ainda* não existe. Mas outros deuses ocupam o éter: Internet, Usenet, SFnet, Bitnet, Fidonet... O que 10 anos atrás estava restrito ao meio acadêmico, a comunicação de dados e de mensagens por redes internacionais de computadores, se populariza com os BBS, verdadeiros clubes eletrônicos, que não param de se proliferar. No Brasil, já somam cerca de 300, com algo na casa de meio milhão de usuários. Nos EUA, o número de BBS chega perto de 10 mil. Todo o planeta está ligado por grandes redes de comunicação que se ligam a redes menores, que se ligam aos BBS, que chegam finalmente à sala de estar das pessoas. Conectada a uma rede, uma pessoa se vê lançada no ciberespaço, o espaço virtual de comunicação de dados, freqüentado por milhões de pessoas e localizado no ar, nos pulsos que transmitem dados entre satélites e estações telefônicas em terra.

Fazer computadores domésticos falarem entre si é o resultado de um longo processo. No início dos anos 80, os microcomputadores eram meio burrinhos: para editar um texto, era preciso carregar de novo o programa de edição a cada duas ou três laudas escritas, já que não existiam discos rígidos e a memória disponível não ia além dos 32 *kilobytes* (um milésimo do que pode ser gerenciado por uma máquina moderna). Depois, vieram os PC com *winchester* (discos rígidos), abrindo novas possibilidades de edição de texto e armazenamento de dados. Mas, para lidar

com sons, gráficos, ilustrações e cores, essas máquinas ainda eram primitivas demais.

Três anos atrás, veio a onda da multimídia. Com máquinas mais potentes disponíveis no mercado – os 386 e 486 – era possível ligar equipamentos de som e imagem que permitiriam ao computador, além de processar texto e imagem mudos, falar, tocar músicas em estéreo, exibir longas cenas animadas etc. Agora, essas máquinas, que já falam, passam a falar não mais apenas com seus donos, mas entre si. É a era do *modem* popular, da comunicação planetária de dados, imagens, mensagens; é a era dos BBS (veja o glossário para termos como BBS, *modem* etc.).

Clubes virtuais

Um BBS é um clube eletrônico, que pode ser "freqüentado" por telefone. Basicamente, o usuário deve ter uma linha telefônica e um computador munido de um *modem*. O resto se segue automatica-

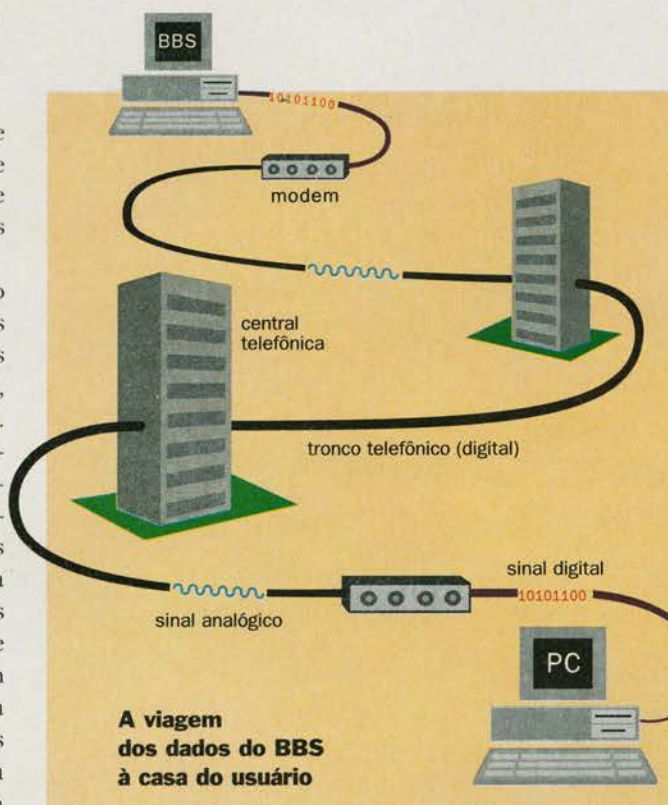
mente. Existem no mercado centenas de programas que transformam um computador em um telefone. O interessado instala um desses programas em sua máquina e, com ele, discar para onde quiser: o programa aciona o *modem* e coloca o computador em contato com outras máquinas onde quer que haja uma linha telefônica.

Do outro lado, no "clube", tudo acontece de forma invertida. O dono do BBS tem um computador ligado a um *modem*. Nesse computador, executa um programa que prepara o *modem* para receber chamadas de fora. Recebida a chamada, ele dá ao usuário acesso a áreas especiais do clube. Uma vez que a tecnologia é barata (alguns programas usados para se montar um BBS

são distribuídos gratuitamente), existem muitos BBS que dispõem de apenas uma linha telefônica em tempo parcial (de dia, telefone normal de um residência, de noite, BBS) até clubes profissionais que contam com 10, 50, 100 linhas telefônicas conectadas a uma rede de computadores que armazenam milhares de programas que basta o interessado escolher e levar.

Um BBS típico tem desde programas de comunicação, programas antivírus, passando por jogos, publicações eletrônicas, até imagens em cores para adultos. Além disso, existem os BBS especializados, desde clubes voltados exclusivamente para videogames até um BBS dedicado somente à divulgação científica, como o *Ciência Hoje-BBS*.

Como age um usuário dentro de um BBS? Tudo se passa como se ele estivesse num shopping center, mas um shopping virtual: as lojas existem apenas como pulsos de energia em uma linha. O interessado examina o que existe de no-



vo: um lançamento na área de videogames de ação, um editor de imagens que faz exatamente o que ele estava precisando etc. Aí, é escolher e retirar. Depois, liberada a linha telefônica, ele pode desfrutar do que "comprou". No Brasil, a mensalidade de um BBS está na faixa dos 10 dólares, o que dá direito a 50 minutos de "compras" por dia.

Do shopping eletrônico ao shopping real o caminho também é curto e passa pelos BBS. Muitas empresas colocam seus catálogos de produtos em BBS (próprios ou de terceiros). O comprador eletrônico "folheia" o catálogo, escolhe o produto, paga com cartão de crédito (a maior parte dos BBS tem vínculos com firmas que gerenciam cartões) e recebe a mercadoria em casa. Sem filas, estacionamentos lotados, sem pegar em dinheiro, sem nenhum meio material: tudo pulsos em uma rede.

Redes planetárias

Mas BBS não é só shopping, é, acima de tudo, comunicação. Assim, muitos BBS brasileiros estão se associando a redes internacionais de comunicação. Logo, basta ser sócio de um BBS ligado a uma rede para, automaticamente, fazer parte dela.

Por exemplo, recentemente a Persocom, um BBS com sedes em Brasília e em São Paulo, associou-se à rede internacional de comunicação Internet. Cada associado do BBS (que já paga 10 dólares mensais) deve pagar mais cinco para usar o serviço. Por esses cinco dólares, ele pode mandar um número ilimitado de mensagens pelo planeta e estar apto a receber respostas. Segundo Joaquim Torres, *sysop* da Persocom de São Paulo, as mensagens são encaminhadas em "trens" todos os dias. O trem é pontual: existam ou não mensagens, ele sai. Assim, é possível escrever de manhã uma carta para um amigo na Malásia e receber a resposta no fim da noite. As possibilidades abertas por isso não se limitam às cartas pessoais. Com essa agilidade é possível, por exemplo, fazer um doutorado no Brasil e se comunicar com o orientador — que pode estar em Chicago, Paris ou Ulan Bator — diariamente. Nas redes acadêmicas, como a conexão que existe entre Fapesp e Internet, esse trem pode sair de duas em duas horas.

Ciência Hoje

No dia 20 de novembro de 1993, começou a funcionar o *Ciência Hoje*-BBS. Ainda em fase experimental, ele tem uma linha telefônica ligada em período parcial (12 horas por dia, no período noturno e 24 horas, nos fins de semana). O telefone é (021) 295-6198.

O principal objetivo do BBS é distribuir a mais nova publicação da casa, a *Ciência Hoje - Hipertexto*. Trata-se de uma revista feita para computador, inteiramente gráfica e em cores, projetada para funcionar com requisitos mínimos de *hardware* por parte do usuário.

Além da revista, o CH-BBS distribui textos da edição impressa de *Ciência Hoje* em formato Word-DOS e jogos educativos.

Para se ligar ao CH-BBS, o interessado deve ter um *modem* de, no mínimo, 2.400 bps. A conexão é gratuita (o usuário paga apenas os impulsos telefônicos pelo tempo em que ficar conectado, como numa ligação normal) e cada pessoa tem direito a permanecer no sistema 40 minutos por dia.

Apenas no primeiro mês de sua fundação, o CH-BBS recebeu cerca de 600 chamadas e já começa a dar mostras de congestionamento e exigir ampliações.

Além disso, redes como a Internet mantêm áreas de interesse ou, no jargão dos usuários de BBS, "conferências". O sócio interessado em, por exemplo, ficção científica, pode se comunicar com um clube internacional de leitores, que se "encontra" diariamente no espaço virtual da Internet. Mais, se a área de interesse não existir, é fácil fundá-la. Basta mandar mensagens públicas do tipo "Você se interessa pelo assunto X?". Os interessados se aglutinam em torno da nova área de interesse e passam a se "reunir" no ciberespaço, o espaço que só existe entre máquinas e redes telefônicas.

Perdidos na selva

As redes internacionais têm muitas vantagens sobre os correios comuns, assim como os BBS sobre os shoppings. Mas uma fera espreita na selva: a fera chamada "padrão". A telefonia evoluiu muito em um século, desde que D. Pedro II ficou deslumbrado com o brinquedo inventado

Estas já estão na pauta da revista. Além de mais linhas e maior tempo para acesso, o CH-BBS deverá começar, em breve, a distribuir imagens que poderão ser usadas como ilustrações em trabalhos científicos, pesquisas, apresentações escolares etc.



Para poder ler a revista distribuída no CH-BBS, o usuário deverá ter *mouse*, monitor VGA e, pelo menos, 2 megabytes livres em seu disco rígido.

Além desses arquivos, tudo o que é necessário para transmissão por *modem* está disponível no CH-BBS: programas antivírus, programas de comunicação, *software* de compactação/descompactação etc.

por Bell. Ainda assim, se se pegar um telefone de 50 anos, tirá-lo do mostruário de um museu, e colocá-lo numa linha, ele vai funcionar. Isso tem um preço: para ser compatível com o aparelho antigo, a linha moderna tem de fazer concessões, de trabalhar abaixo de sua capacidade. Para escapar disso, algumas linhas se especializam e o resultado é que se tornam menos acessíveis aos usuários comuns, ficando restritas apenas às regiões mais privilegiadas economicamente no planeta.

Mas não é só isso. Outros fatores além da compatibilidade de linhas se inter põem no caminho das comunicações via *modem*. Por exemplo, na questão de como dados são transmitidos. Falar ao telefone é uma coisa, mandar dados exatos é outra, bem diferente. O computador conectado à linha deve fazer uma série de testes a cada bloco de dados recebidos, para saber se houve erro de transmissão. É o preço da tecnologia digital. Com a fala, a comunicação pode ser "mais ou menos" que,

ainda assim, é possível levar uma conversa adiante. Na comunicação de dados, se tudo não for rigorosamente exato, os dados transmitidos se perdem, o programa tão esperado que o usuário retirou de seu BBS simplesmente não vai funcionar. Para garantir exatidão, os dados devem ser transmitidos através de um protocolo. Quantos protocolos existem? Cerca de 15 de domínio público, fora os que devem ser pagos para poder ser usados. Assim, quando tudo parece certo – quando o usuário tem um computador, um *modem*, uma linha, associa-se a um BBS etc. – falta-lhe o protocolo de comunicação, e ele deve efetuar uma série de adaptações (factíveis todas, mas tediosas) para se conectar corretamente. Caso contrário, ficará perdido na selva protocolar, espreitado por feras como *Zmodem*, *Xmodem*, *Kermit*, *Qmodem*, *Xmodem-CRC*, todas prontas para atacar e frustrar o que de outra forma seria uma tranqüila transferência de arquivos por telefone.

Isso no campo de transmissão de dados. Quando se chega às imagens, novas complicações aparecem, o que constitui, ainda, o grande empecilho para a distribuição em massa de revistas eletrônicas através de BBS.

A revista eletrônica publicada pela Ciência Hoje (*Ciência Hoje - Hipertexto*) pretende ser a mais acessível possível. Mesmo assim, quem não tiver um *mouse* e um monitor VGA (ou EGA) não enxergará nada. Todo esforço acabará numa tela escura. O mesmo vale para outras tentativas de transmissão de imagens. Os padrões chegam à casa de 40 e o interessado se perde na selva dos BMP, GIF, TIF, PCX, JPG, DIB etc. Cada nome desses é um

padrão de imagem, cada um incompatível com os demais, cada um necessitando de *software* próprio para funcionar.

Esse é o preço de sair do papel. Com revistas impressas, tudo é mais simples: o meio de transmissão universal é papel e tinta. O “*software*” necessário para ver a imagem vem embutido no cérebro do leitor, sendo gratuito e confiável até a morte, garantido pela Natureza (embora sem direito a troca de peças defeituosas). Tudo muito fácil, tudo muito direto. As comunicações eletrônicas devem ainda enfrentar um longo caminho antes de chegarem a algo remotamente parecido com isso.

O futuro

Os primeiros passos das comunicações via computador doméstico estão dados; as máquinas são cada vez mais baratas e estão em cada vez mais lares (nos EUA, uma em cada quatro residências tem um microcomputador e, no Brasil, 6 em cada mil). Os velhos monitores, padrão CGA, estão saindo do mercado e, assim, quem trabalha com transmissão de imagens pode ter alguma certeza de que o usuário final poderá ver o que foi produzido para ele.

É claro que ainda precisa ser vencida a resistência ao uso de computadores e, para isso, têm importância central as pesquisas de *interfaces* “amigáveis” entre máquina e usuário. Cada vez mais, os programas são gráficos, seus comandos são intuitivos e dispensam memorização. Mesmo assim, para acessar um BBS, um usuário deve dominar, pelo menos, um programa de comunicação, muitos comandos do DOS, ser capaz de descompactar arquivos e, se estes forem de imagens, dominar pelo

menos um programa para ver essas imagens na tela (se quiser imprimi-las, é outra história, e outro programa). Se quiser ler uma revista eletrônica distribuída por BBS, deve ser capaz de aprender a ler a revista, isto é, manusear com liberdade o *software* com o qual ela foi feita.

Essa série de habilidades requeridas do usuário é herança dos tempos (surpreendentemente recentes) em que microcomputadores eram máquinas que se viam apenas nos laboratórios e escritórios de cientistas. Para atingir o mercado mais amplo das casas de classe média, as séries de comandos hoje necessárias para acessar um BBS devem cair para uns poucos ícones em uma tela gráfica. Além disso, já está na pauta das principais indústrias de computadores passar a lançar no mercado máquinas que já tenham incorporado o *modem*, para poupar ao interessado a operação de comprar uma placa, abrir seu computador e fazer a instalação.

Se, hoje, com todos os percalços, os BBS são tão populares, é fácil supor um futuro muito próximo em que todas as casas terão seu microcomputador e as compras, aulas, jogos e lazer em geral acontecerão quase exclusivamente via telefone. As consequências sociais disso já podem ser vistas. Muitos BBS promovem encontros de usuários e esses costumam resultar em fracasso. Quem se associa a um BBS quer, em primeiro lugar, distância dos outros. Proximidade, só no ciberespaço.

Jesus de Paula Assis

Ciência Hoje / São Paulo.

Glossário

BBS – *Bulletin Board System* ou, em português, “Sistema de Quadro de Avisos”. Um BBS não é mais que um quadro de avisos (como os quadros de flanela nos quais as pessoas penduram mensagens com percevejos) em versão eletrônica. A maior parte dos BBS vive de subvenção dos sócios, mas existem BBS gratuitos.

BPS – *bits* por segundo. É como se mede a velocidade de conexão com um BBS. Nas placas de fax/modem (as placas que transformam o computador tanto num transmissor de dados, via *modem*, como num transmissor e receptor de fax), o primeiro número se refere à velocidade do *modem* e o segundo à velocidade do fax. Assim, as placas 2.400/9.600 são tais que dados são transmitidos e recebidos a 2.400

bits por segundo e fax são transmitidos e recebidos a 9.600 *bits* por segundo. No mercado brasileiro, existem placas que transmitem dados a até 14.400 bps.

Download – operação na qual um usuário conectado a um BBS retira um arquivo, do disco rígido do computador do BBS para o disco rígido de seu computador pessoal.

Modem – abreviação para modulador/desmodulador. Dispositivo que transforma os sinais do computador (digitais) em sinais telefônicos (analógicos) e vice-versa.

Protocolo – sistema de regras que devem ser seguidas por máquinas para que haja comunicação eficiente de dados. Diferentes protocolos de comunicação correspondem a diferen-

tes maneiras pelas quais as máquinas mandam e checam os dados recebidos. Se as máquinas interligadas estiverem funcionando em protocolos diferentes, uma não “entenderá” o que a outra está dizendo e a comunicação irá falhar.

Sysop – abreviação para *system operator* ou operador do sistema. É a pessoa que faz a manutenção de um BBS, colocando novos programas à disposição dos usuários, mandando e respondendo mensagens, retirando de circulação programas antigos etc.

Upload – operação na qual um usuário conectado a um BBS remete um arquivo que está no disco rígido de seu computador para o computador do BBS ao qual está ligado no momento.

Tucandeira: a formiga-gigante da Amazônia

Os mauês usam sua violenta ferroada na educação para o casamento

Uma formiga preta que chega a medir 25 mm de comprimento é temida desde a Amazônia até a Nicarágua por sua picada violenta. É a tucandeira (*Paraponera clavata*), da subfamília das Poneríneas, conhecida na região amazônica por tocandira, formiga-agulhada, formiga-cabo-verde, formiga-de-febre, formigão, tucanaíra e vários outros nomes. No seu livro *Insetos no folclore* (1979), Karol Lenko e Nelson Papavero apresentam as relações folclóricas das tucandeiras e o papel que desempenham em rituais indígenas, como na tribo dos mauês, que empregam as picadas de tucandeira em cerimônias de iniciação e como teste da virilidade de candidatos ao casamento. A narrativa dessas cerimônias foram reproduzidas dos escritos de Spix & Martius pelos autores:

“A fim de educarem os rapazes para a virilidade e prepará-los para o casamento, têm os mauês um costume extremamente estranho. Reúnem-se os vizinhos para beber potes cheios de cajiri; vestem os meninos de oito a nove anos com sacos de

algodão, que possam ser amarrados, e metem dentro algumas das grandes formigas de violenta ferroada. Logo que o rapaz, sofrendo atrozmente, começa a berrar, o bando faz roda em torno dele, pondo-se a dançar e a bradar-lhe palavras de animação até o pequeno cair exausto no chão. Ele é então entregue, com as extremidades terrivelmente inchadas, às velhas, para o tratarem com a aplicação de suco da folha de mandioca. Quando o menino de novo recupera as forças, começa a experimentar o quanto pode retesar o saco. Essas cerimônias bárbaras são continuadas até a idade de 14 anos, quando o rapaz aprende a suportar a dor sem dar sinal de sofrimento, visto que se acha emancipado e pode casar-se.”

Esses autores também reproduzem uma passagem escrita por Roquette Pinto sobre o quadro clínico resultante da picada da tucandeira: “No ponto da inoculação forma-se uma mancha esbranquiçada, pouco depois edemaciada, endurecida, extremamente dolorosa. A dor penetrante, profunda, ganha progressivamente todo o

membro; depois de cerca de 12 horas atinge o máximo grau e assim permanece, nos indivíduos não-tratados, durante 24 e 48 horas. Dor colossais. Aos gritos, homens valentes atiram-se ao solo.”

As tucandeiras constroem seus ninhos subterrâneos na base das árvores, utilizando a copa para forragear. Com todo o seu potencial de ataque, era de se esperar que a tucandeira tivesse hábito estritamente predador, como a maioria das poneríneas. Mas não foi isso que observei, ao acompanhar seu ciclo diário de forrageamento e os itens alimentares coletados por duas colônias entre os meses de março e junho de 1988, numa floresta tropical úmida primária, parte da Reserva Florestal Adolfo Ducke, a 25 quilômetros de Manaus.

Observações preliminares permitiram identificar o horário de atividades externas das formigas, durante um ciclo diário completo e constatar que a atividade dessa espécie restringia-se ao período noturno. As operárias saíam para forragear no início da noite, por volta das 18 horas, e

FOTOS CEDIDA PELA AUTORA



Formiga tucandeira observada na Reserva Florestal Adolfo Ducke.

**Sr. Reitor
Sr. Vice-Reitor
Sr. Pró-Reitor
Sr. Diretor
Sr. Coordenador
Sr. Professor**

**Publiquem no
Jornal da Ciência Hoje
seus editais de concurso
de professor e de interesse
da comunidade científica.**

**Por duas razões:
sai muito mais barato; e
o público-alvo é atingido
em cheio.**

**Ligue agora mesmo:
(021)295 4846**

**Editais mais econômico e
tiro-e-queda
é no Jornal da Ciência Hoje,
o jornal do cientista no
Brasil.**

finalizavam seu trabalho no início da manhã, cerca das 6 horas. Visitas feitas aos ninhos durante o dia, em horários escolhidos ao acaso, confirmaram o hábito noturno das tucandeiras, pelo menos durante o período de estudo. Para que as operárias saíssem do ninho durante o dia, era necessário simular um distúrbio: o tronco da árvore era balançado, ou inseria-se um pequeno galho dentro do ninho. Passado o distúrbio, algumas operárias subiram agressivamente no tronco, emitindo sons e exalando um cheiro acre.

Determinado o período de atividade, foram identificados os itens alimentares forrageados e a sua proporção na coleta feita pelas operárias. Foram estabelecidos horários de observação entre 17 e 6 horas da manhã, com visitas quinzenais, num total de 13 horas de observações não contínuas em cada ninho.

Na primeira colônia, localizada a um metro da margem esquerda do igarapé Acará, foram contabilizadas 612 operárias voltando para o ninho. Destas, 351 (57%) traziam recursos assim distribuídos: 80% de gotas de néctar, 15% de insetos ou fragmentos de insetos, 5% de pedaços de folhas, flores, ramos e/ou resinas vegetais.

Na segunda colônia, localizada a 500 metros do mesmo igarapé, também observei que apenas uma pequena percentagem de formigas trazia insetos para o ninho. Do total de 719 operárias que retornaram de sua atividade, 357 (49,6%) traziam recursos. Estes se distribuíam entre gotas de néctar (86%), insetos ou fragmentos de insetos (11%) e outros alimentos (3%).

Pareceu-me estranho que, sendo uma formiga bem equipada para ataque, a tucandeira usasse a maioria do seu tempo fora do ninho, coletando néctar. Entretanto, estudos semelhantes realizados na Costa Rica apresentaram observações semelhantes. Em 1976, A.M. Young, em suas *Notes on the foraging of the Giant Tropical Ant Paraponera clavata* (formicidae: Ponerinae) *on two Plants in Tropical Wet Forest* registrou que essa formiga tomava exudato de uma árvore de sub-bosque, numa floresta no nordeste da Costa Rica.

Daniel H. Jansen e C. R. Carrol, em seu livro *Costa Rican Natural History* (1983) relataram que as operárias de *P. clavata*

eram vistas em folhagens e em troncos de árvores durante o dia, sobretudo pela manhã, mas forrageavam principalmente à noite, e que exibiam um aumento de atividade em laboratório, também no período noturno. As operárias eram vistas coletando e guardando néctar dos nectários extraflorais de *Pentaclethra macroloba* (família das Mimoseáceas), árvore conhecida na região amazônica por Paracaxi ou Pracaxi.

Outros autores que também discutiram a associação positiva entre *P. clavata* e *Pentaclethra macroloba* na Costa Rica sugeriram que as tucandeiras selecionavam essa árvore por causa dos seus nectários extraflorais e do tronco, que usavam como suporte para edificar seus ninhos. Já um estudo feito em Barro Colorado, Panamá (1989), discorda de que *P. clavata* selecione uma determinada espécie vegetal para estabelecer suas colônias. Marck C. Belk e colaboradores sugeriram que a distribuição dos ninhos dessa espécie está mais relacionada à disponibilidade de néctar no dossel da floresta do que da associação formiga-planta.

Independentemente da controvérsia a respeito das preferências florísticas e os hábitos alimentares das tucandeiras, ninguém discorda de que ela seja uma forrageadora arborícola obrigatória, isto é: a tucandeira sempre vai buscar seus alimentos em árvores. Por isso, aconselho aos visitantes deslumbrados com a exuberância das nossas florestas tropicais muito cuidado quando descansarem perto de uma árvore!

Maria Clara da Silva-Forsberg

*Departamento de Biologia,
Universidade do Amazonas.*

EDUCAÇÃO 1993. BALANÇO GREGORIANO

De fato a realidade não é anuária. Mas o imaginário social do brasileiro o é; ele entende que, a cada doze meses, algumas coisas concluem seu ciclo e algo de novo/diferente acontecerá no novo ano. Não obstante, valem os usuais balanços, pelo menos para registrar as conjunturas mais marcantes de cada ano. Como o deste que terminou, com enormes revelações, desvelamentos e, quiçá, vitais consequências históricas.

Isso não poderia deixar de ocorrer também com a educação, embora o ritmo real de seus movimentos seja plurienal ou até mesmo decenal. Malgrado seus problemas básicos continuem aí, ainda a exigir mais profundo enfrentamento, o cenário de 93 pode ser avaliado positivamente. A participação ou envolvimento do INEP em vários episódios importantes permitiu observar como algumas questões se tornaram socialmente melhor conhecidas e debatidas, como encaminhamentos políticos avançaram e promissores caminhos novos começaram a ser trilhados.

Firmou-se, por exemplo, um consenso: mais importante do que o tamanho e crescimento da oferta escolar, é a extensão e qualidade da educação básica. Afinal, mais de 92% das crianças de sete a 14 anos frequentam escolas; a absoluta maioria das de seis e sete anos ingressa oportunamente na pré-escola, nas classes de alfabetização ou nas primeiras séries, apesar da má distribuição espacial e desconservação das instalações escolares e dos riscos de não completar a escola básica. Em consequência, esforços e recursos deverão se deslocar, pois, para as questões de equalização e relevância social das oportunidades de aquisição de competências cognitivas e sociais básicas.

Suas várias dimensões foram objeto de reflexão e discussão em muitos foruns; dentre eles um promovido pelo INEP e dedicado à identificação de *fatores determinantes do sucesso escolar*: a correta incorporação da criação cultural coletiva aos currículos, a pertinência das aprendizagens trabalhadas pelas escolas, o senso de missão e de objetivos pelas equipes docentes e de gestão das escolas, a efetividade das estratégias de ensino.

Estas questões não se restringem à educação da criança. Embora sua notável expansão tenha feito as taxas de analfabetismo entre as pessoas de 15 e 29 anos caírem a menos de 9,8% em 1990, as suas deficiências deixaram consideráveis contingentes de alfabetizados jovens e adultos no que se denomina de "estado de subescolarização" ou de "analfabetismo funcional", ou seja, mal equipados para constituir família, acessar oportunidades de trabalho ou nelas se mobilizar e progredir e para ter uma participação qualificada no sistema político.

Representantes de dezenas de movimentos sociais e programas públicos e especialistas no tema, reunidos, pela Secretaria de Ensino Fundamental e INEP num Encontro Latinoamericano sobre Educação de Jovens e Adultos, analisaram alternativas de política e de organização e metodologias para vitalizá-la. Ficou claro que o Brasil dispõe de capacidade e conhecimento em educação presencial e a distância para, sem apelo a campanhas imediatistas e/ou demagógicas, ampliar, em poucos anos, o porte e os resultados das iniciativas existentes, minimizando o analfabetismo remanescente e elevando os níveis médios de escolaridade destes contingentes.

Contudo, nem sempre esses potenciais pedagógicos conseguem ser bem explorados. De um lado, pelas deficiências de organização e de métodos de trabalho das administrações educacionais e das próprias unidades escolares, agravadas por equivocadas medidas neo-liberais de "enxugamento do Estado". De outro, por causa das condições políticas sob as quais elas são conduzidas; clientelismo, populismo e corporativismo constituem vigorosos obstáculos a qualquer política de qualidade educativa com equidade.

Examinando tais problemas, um seminário internacional sobre educação e autoritarismo social-organizado promovido, no primeiro semestre, pelo CLACSO, UIE, USP e INEP – mostrou a necessidade de disseminar novos valores ético-políticos e de implantar novos padrões de conduta política que permitam intensificar e qualificar a participação das famílias e organizações civis na gestão e no controle social da educação.

Certamente, isto contribuiria para encaminhar soluções para os graves problemas de definição e distribuição de encargos e responsabilidades educacionais dos vários setores e níveis de governo e do espaço privado que, como foi salientado no Seminário Latinoamericano sobre Descentralização Educacional, promovido pela UFRJ e UNESCO/IIEP com apoio do MEC, também prejudicam a eficácia do desenho e a eficiência de implementação das políticas de qualidade e equidade educativas.

Passando das idéias à ação, enfim, o sumo de um enorme acervo de informações e conhecimentos acumulados em estudos, pesquisas, publicações técnicas e de proposições de políticas educacionais examinadas em inúmeros debates públicos foi ordenado pelo MEC – com a cooperação de um amplo Comitê de organizações civis e de entidades governamentais e internacionais – numa agenda básica que permitisse identificar os objetivos centrais, as estratégias preferenciais e os compromissos políticos para um esforço de desenvolvimento educacional a ser encetado nos próximos dez anos.

A discussão desta agenda, numa ampla mobilização nacional de que fizeram parte todos os Estados, milhares de municípios e incontáveis organizações sociais, vem legitimando e constituindo consensos e compromissos para o desenho e formulação do Plano Decenal de Educação para Todos, que organizará aquele esforço e cujo texto fundamental – apresentado pelo Ministro Murílio Hingel em reunião dos nove países em desenvolvimento mais populosos do mundo, havida em Nova Delhi (Índia), em dezembro último – foi considerado um dos mais objetivos e consistentes dentre os examinados nessa ocasião.

Sem dúvida, a própria continuidade temporal dará total significado a estes eventos contidos num espaço social particular e na datação gregoriana. Destacá-los num balanço necessariamente limitado implica, provavelmente, omitir outros com iguais ou mais decisivas consequências. Não obstante, associados a estes, eles ajudam a sustentar aquela avaliação positiva e a alimentar a esperança de que a ética e a razão, iluminando a vontade política, possam contribuir para seus melhores efeitos e impactos na melhoria da educação de todos os brasileiros.

Cajueiro contra leucemia

Pesquisadores extraem de planta substância conhecida no combate à doença

O óleo da castanha de caju pode ser matéria-prima para a síntese da lasiodiplodina, substância já conhecida por atuar contra a leucemia (câncer de sangue). Os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa e Ensino em Síntese Orgânica da Universidade de Brasília (UnB) estão na fase final dos estudos sobre a extração da substância a partir de um tipo de ácido, o anacárdico, encontrado no óleo.

Como o cajueiro é abundante no Brasil, o óleo da castanha de caju pode se tornar uma fonte mais barata e mais simples para obtenção da lasiodiplodina, sintetizada geralmente a partir de substâncias químicas industrializadas. "O processo industrial é sempre mais drástico enquanto a síntese que tem uma planta como matéria-prima não é poluente", explica Gouvan Magalhães.

Além de orientar Maria Lucília dos Santos, cuja tese de

doutorado trata da síntese da lasiodiplodina, Magalhães acompanha outras pesquisas para utilização do óleo da castanha de caju, que é composto basicamente de ácido anacárdico e mais duas substâncias: cardol e cardanol. Estudos preliminares indicaram que o óleo pode servir, por exemplo, para fabricação de um filtro solar.

Outro trabalho investiga a obtenção de um análogo do ácido salicílico, substância da qual é feita a aspirina. Os pesquisadores já conseguiram produzir a partir do ácido anacárdico esse análogo da aspirina, cujo valor farmacológico teria de ser testado clinicamente. "Talvez, pudéssemos dispor de uma aspirina bem mais barata do que a encontrada no mercado", supõe Magalhães.

O óleo da castanha de caju é usado pela indústria em todo o mundo como componente de produtos como fungicidas,

inseticidas, vernizes, pinturas, adesivos e até plásticos de lonas para freios. Magalhães tem uma extensa relação de produtos patenteados cuja composição inclui o óleo. Nenhuma das patentes é brasileira, apesar de todas as nove espécies do cajueiro serem originárias da América Latina.

O óleo, retirado do tecido poroso que envolve a amêndoa, é um fenol (tipo de álcool) com efeito cáustico sobre a pele humana. Por isso, ainda hoje é usado por índios do nordeste para fazer tatuagens.

A verdadeira fruta do cajueiro é a amêndoa e não, como se pensa, o pendúnculo hipertrofiado. Os índios costumavam espremer o pendún-

culo, rico em vitamina C, para fazer um tipo de cerveja. O bagaço restante era misturado à castanha para produção de uma farinha rica em fibras e vitamina C. O caju também era muito usado no século passado para produção de vinho (ver *Ciência Hoje*, nº 18).

Margareth Marmori

Ciência Hoje, Brasília.



O tecido poroso que envolve a castanha de caju tem um óleo que contém lasiodiplodina, substância que age contra a leucemia.

Arqueologia à brasileira

Pesquisadora pernambucana desenvolve nova técnica de escavação arqueológica que dá muito mais resultados

A arqueóloga Patrícia Pinheiro de Melo, da Universidade Federal de Alagoas, desenvolveu uma nova técnica de escavação arqueológica. Com ela, a pesquisadora catalogou vestígios de 121 fogueiras, 10.769 instrumentos de pedra lascada e um painel completo de pinturas rupestres no sítio Toca do Baixão do Perna, no Parque Nacional da Serra da Capivara (sertão do Piauí).

O método, denominado técnica em xadrez, consiste na escavação em quadrados contíguos e alternados e foi desenvolvido em função das especificidades do sítio Toca do Baixão do Perna, localizado no município de São Raimundo Nonato. A técnica leva em conta tanto a estratigrafia quanto a disposição dos vestígios na área total do sítio.

Patrícia Melo credita à téc-

nica do xadrez os bons resultados obtidos em seu trabalho. Segundo ela, a área já havia sido explorada anteriormente, mas os resultados não corresponderam ao potencial da região. "O sítio precisava ser escavado por completo, até a sua base rochosa, o que os dois métodos convencionais não exigiam na prática de escavação", explica.

O método desenvolvido por

Patrícia Melo foi criado a partir de outros dois já existentes. As técnicas que a pesquisadora tomou como ponto de partida foram a do inglês Mortimer Wheeler, criada na década de 30, e a do francês André-Leroi-Gourhan, desenvolvida nos anos 60.

O método de Wheeler é um sistema de escavação em caixas, destinado a explorar pequenas áreas em compartimentos. Essa técnica deixa testemunhos, paredes de muros de terra que representam a estratigrafia. Ou seja, indica como no decorrer de milênios, os sedimentos foram se depositando

no local. Já o método de Gou-rhanm, apesar de utilizado para escavar grandes áreas, raramente conserva a estratigrafia.

As escavações, realizadas durante 10 anos, revelaram fatos esclarecedores sobre o homem pré-histórico da região, a começar pelo painel onde se observa uma 'mistura de estilos' na pintura. Segundo a pesquisadora, cada tradição tem características marcantes. As pinturas rupestres encontradas nos sítios pré-históricos no nordeste brasileiro são classificadas como da Tradição Agreste. Mas no painel encontrado no Baixão do Perna é possível identificar tanto características da Tradição Agreste quanto da Tradição Nordeste, com formas menores e mais elaboradas.

Exemplares da indústria

lítica (instrumentos de pedra lascada) encontrados no sítio "revelam que os seus feitores já dominavam uma técnica aprimorada de lascamento", destaca a arqueóloga. Outra descoberta é que a maior parte desses instrumentos foi confeccionada com material trazido de regiões distantes. O fato prova que, há cerca de 10,5 mil anos, o homem preocupava-se com a qualidade dos instrumentos que usava para atividades como a caça e a pesca.

Os vestígios encontrados nas escavações indicam ainda que o sítio foi ocupado por homens que tinham profundo conhecimento da natureza. Orientados pelo instinto de sobrevivência, eles demonstravam extrema preocupação com a preservação do meio am-



Visão geral do sítio arqueológico de Toca do Baixão do Perna, durante os trabalhos de escavação.

biente, não consumindo plantas jovens nem animais em época de procriação.

Os resultados da pesquisa 'Métodos e Técnicas de Escavação Arqueológica' forneceram à Patrícia Melo dados para

sua dissertação, defendida em 1992, no mestrado em história da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Jorge Costa

Agência de Notícias Meio/UFPE.

Presos no arrastão

Redes reduzem em 50% a quantidade de peixes capturados na pesca por acidente, inclusive o camarão

Preocupados com a depredação dos recursos pesqueiros nos cerca de 7,5 mil quilômetros da costa brasileira, centros de pesquisas vêm desenvolvendo novas tecnologias para diminuir o índice de captura de espécies presas por acidente nas redes de arrastão durante, por exemplo, a pesca de camarão.

Segundo o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em 1988, foram pescadas 414.883 toneladas dessa fauna acompanhante (ou, em inglês, *by-catch*) no Brasil. Deste total, 281.066 toneladas (68%) foram devolvidas ao mar ou simplesmente jogadas fora. Ainda incompletos, estudos recentes mostram que esse número inclui 147 espécies,

das quais a metade são juvenis (peixes jovens) de uso comercial.

"Mesmo quando há aproveitamento, o custo ambiental do arrastão é enorme", lembra Philip Connolly, engenheiro de pesca do Centro de Extensão Pesqueira do Sul (Cepsul), em Santa Catarina, ligado ao Ibama. O pesquisador é também consultor da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO).

Connolly usa o mesmo argumento defendido pela FAO: o principal motivo do impacto predatório da pesca comercial sobre as espécies é o aumento da densidade demográfica, especialmente nas regiões costeiras. "Todos os anos, mais pescadores jovens querem ir ao mar e a demanda do merca-

do por peixes cresce", disse ele.

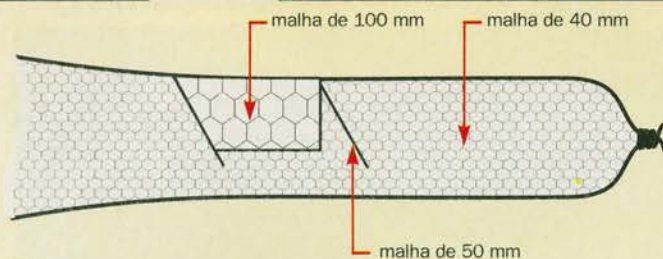
Connolly acredita que o mundo hoje depende quase exclusivamente da pesca de juvenis. Além do camarão, o arrastão de parelha, no sul do País, em áreas de concentração de espécies perto da costa, tem comprometido o desenvolvimento de juvenis comerciais como corvina, pescadinha e robalo.

"Em termos econômicos, o mais importante é preservar os recursos, já que não temos tecnologia suficiente para explorar o mar de modo sustentável", acredita Beatrice Padovani Ferreira, bióloga e especialista em espécies de recifes de corais. Ela lembrou que já ocorreram colapsos de espécies antes, como no caso

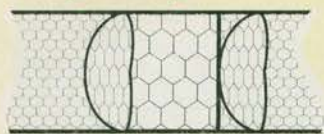
do pargo (*Lutjanus purpureus*), na costa nordestina. "Agora a lagosta vem tendo os mesmos problemas", disse ela.

Beatrice Ferreira relata dados obtidos por pesquisadores do Ibama. Até 10 anos atrás, a indústria pesqueira usou modelos matemáticos para estimar a produção máxima sustentável, sem considerar os rejeitos. Agora, a indústria tenta calcular o tamanho do estoque baseando-se em dados biológicos: vida, reprodução e maturação. A bióloga acredita que a alternativa está na criação de espécies em cativeiro.

Connolly discorda. "O custo social de proibir por completo a pesca de arrastão é muito maior do que imaginamos", disse o engenheiro de pesca. "A decisão é muito difícil", admitiu ele, "mas o cultivo não está disponível para qualquer um e a tecnologia de criação também traz problemas ambientais como, por exemplo, a derrubada de man-



vista superior da secção de escape



Exemplo de rede desenvolvida para minimizar a captura de espécies presas por acidente na pesca de arrastão. A malha mais aberta permite a fuga da fauna acompanhante.

guezais", argumenta.

Segundo Connolly, uma das maneiras economicamente viáveis de manter o pescador artesanal no negócio e ao

mesmo tempo preservar as espécies é melhorar o sistema de arrastão. No Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste (Cepene), do Ibama,

por exemplo, a aplicação de espantadores (franjas na porta das redes de arrastão) diminuiu em 50% a captura da fauna acompanhante na pesca do camarão sete barbas e branco.

O problema no nordeste não é o desperdício. Nessa região, a fauna acompanhante é usada quase que em sua totalidade. Em 1990, das 2.175 toneladas de *by-catch* pescadas no nordeste – numa média de 1:10 (camarão:pescado) –, só 215 toneladas foram jogadas fora. No sul, essa média varia de 1:15 a 1:44, dependendo da época do ano. Em 1986, de um total de 258.579

toneladas pescadas, 35% foram utilizados para consumo humano. Nos últimos anos, esse índice caiu para 22%, por causa da redução nos estoques de peixe, colocados em perigo em consequência dos arrastões.

A preservação dos recursos pesqueiros foi um dos principais itens da *Agenda 21*, documento gerado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992.

Cristina Müller

Colaboradora de Ciência Hoje.

Álcool mata neurônio?

Pesquisadores mineiros unem-se para investigar relação da substância com a lesão cerebral

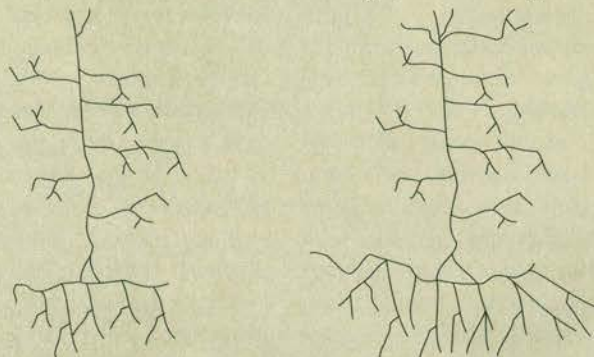
Quanto tempo de consumo crônico de bebida alcoólica e que quantidade ingerida são suficientes para causar lesão irreversível no sistema nervoso central de um ser humano? As respostas a estas perguntas, necessárias para saber se esse tipo de lesão cerebral é reversível após a abstinência, estão sendo investigadas por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a partir de um modelo animal que associa estudos nas áreas de bioquímica, psicologia e morfologia.

Diferentemente dos experimentos com humanos, o modelo animal permite controlar com exatidão, num mesmo indivíduo, variáveis importantes como consumo e quantidade ingerida, buscando possíveis correlações com o grau da lesão em nível morfológico, as alterações de parâmetros bioquímicos e o comprometimen-

to da função cognitiva. Esse tipo de pesquisa não poderia ser feito com segurança em humanos, pois uma das características mais frequentemente observadas no alcoólatra é sua recusa em admitir o uso da bebida. Quando o faz, quase sempre minimiza a quantidade.

A pesquisa da UFMG propõe-se a examinar áreas do cérebro relacionadas ao desempenho cognitivo do animal. Primeiro, os ratos são treina-

dos em um labirinto, onde aprendem o caminho para encontrar alimento. Depois, são submetidos durante seis meses a um tratamento crônico com álcool, retornando ao fim desse período ao labirinto para novos testes psicométricos. Na etapa seguinte, depois de sacrificados, metade do hemisfério cerebral desses animais é usada para estudos das alterações bioquímicas e a outra para investigações morfológicas.



Desenho esquemático que mostra a significativa atrofia na ramificação dos dendritos de neurônios de um indivíduo alcoólatra (à esquerda), quando comparado a um não-alcoólatra (à direita).

Em testes comportamentais para estudo da memória remota e recente, conduzidos pela psicóloga Silvia Castanheira Pereira, do Departamento de Psicologia da Faculdade de Ciências Humanas, observou-se que os ratos submetidos à dieta com álcool apresentaram, no retorno ao labirinto, déficit cognitivo: esqueceram-se do trajeto aprendido anteriormente. Os animais mostraram desempenho inferior quando comparados ao grupo-controle – treinado na mesma tarefa, mas não submetido à ingestão de álcool – e mesmo em relação a um terceiro grupo que desconhecia o labirinto.

Segundo a coordenadora dos estudos neuroquímicos, Angela Maria Ribeiro, do Departamento de Bioquímica e Imunologia do Instituto de Ciências Biológicas, suspeita-se que o déficit cognitivo dos animais 'alcoólatras', pode ser atribuído a uma redução significativa da captação de cálcio no hipocampo (região do sistema nervoso central envolvida no processo da memória). "Ainda não sabemos se a in-

gestão crônica de álcool resultou em morte celular ou se alterou a membrana do neurônio, que está associada ao transporte de cálcio. Mas já se pode levantar a hipótese de que a baixa concentração de cálcio afeta a função neuronal e possivelmente a memória", supõe a pesquisadora.

Para Angela Ribeiro, o maior mérito dessa pesquisa é poder analisar o efeito neurodegenerativo do álcool no mesmo animal a partir de três abordagens, permitindo uma observação mais abrangente de um problema reconhecidamente complexo.

Para analisar os efeitos da intoxicação por álcool em cada animal individualmente, os níveis de consumo e o tempo de ingestão serão diferenciados, distinguindo-se também a faixa etária em que cada um iniciou o uso do álcool em sua dieta. Ela argumenta que o modelo permite resolver várias questões: a) relacionar a quantidade de álcool ingerida e o tempo de ingestão ao grau de lesão produzida; b) verificar se houve degeneração e/ou morte celular; c) que relação essa alteração morfológica pode ter com os processos de neurotransmissão; d) qual o nível de comprometimento do processo cognitivo.

"Se for confirmada morte celular por efeito da ingestão crônica de álcool, significa que a lesão é irreversível, pois os neurônios não proliferam", explica o médico José Eymard Pittella, do Departamento de Anatomia Patológica e Medicina Legal da Faculdade de Medicina, responsável pelos estudos morfológicos da pesquisa.

Além da contagem de neurônios no sistema nervoso central, outro parâmetro a ser avaliado por Pittella diz respeito às possíveis alterações nos den-

Alcoolismo produz atrofia cerebral

Presente em cerca de 10% dos brasileiros adultos do sexo masculino, o alcoolismo crônico afeta diretamente o sistema nervoso central pelo efeito tóxico do etanol e indiretamente pela atuação de outros fatores associados, como as deficiências nutricionais.

Segundo pesquisas feitas em humanos, o alcoolismo provoca redução do peso e do volume cerebrais da ordem de 11,3%, podendo alcançar 14,7% nos portadores de encefalopatia de Wernicke, doença causada pela deficiência de tiamina (vitamina B1) e que tem 90% de seus casos encontrados em alcoólatras crônicos.

Os estudos dessa encefalopatia em alcoólatras mostram que a deficiência de tiamina resulta da combinação de quatro fatores básicos: ingestão alimentar inadequada, tendo em vista que o etanol fornece ao indivíduo calorias que o fazem se sentir alimentado;

dritos (prolongamentos neuronais semelhantes aos ramos de uma árvore), através dos quais se amplia a superfície de contato com as células vizinhas.

Comparando os animais que ingeriram álcool aos do grupo-controle, será possível demonstrar com mais segurança em que medida o álcool destrói as ramificações dendríticas. "Já se pode observar que essas ramificações no cérebro de um alcoólatra assemelha-se a uma árvore desvitalizada no inverno, enquanto a de uma pessoa normal apresenta a vitalidade de uma árvore de primavera", compara ele.

O estudo histoquímico dos terminais colinérgicos (que têm a acetilcolina como neurotransmissor), ligados ao desempenho cognitivo, é o terceiro

utilização excessiva da vitamina B1 como coenzima, para que o etanol seja metabolizado no organismo; absorção gastrointestinal diminuída; e redução da capacidade hepática de armazenamento da vitamina B1.

Dados obtidos pelo médico José Eymard Pittella em seu laboratório de neuropatologia mostram que uma das regiões cerebrais mais afetadas por essa encefalopatia é o corpo mamilar, que fica reduzido a dois terços de seu volume.

Ao comparar exames de pacientes da fase aguda aos do grupo-controle, Pittella constatou que a população neuronal nessa área se reduz, mas não em níveis estatisticamente significativos. Essas evidências, a seu ver, indicam que a deficiência de tiamina nesse caso não leva à morte celular e sim à lesão dos prolongamentos dendríticos, que se mostram rarefeitos.

aspecto morfológico a ser estudado pelo neuropatologista. Pretende-se avaliar se alguns desses terminais estão presentes em quantidades normais, reduzidas ou quem sabe aumentadas, para verificar se o álcool produz algum efeito nesse sistema. "Se a atividade colinérgica estiver reduzida, isso pode significar que as células nervosas estão fazendo menos contato, o que acarreta implicações funcionais", deduz Pittella.

Os pesquisadores da UFMG pensam em investigar também se existe interação entre envelhecimento cerebral e o processo neurodegenerativo provocado pelo alcoolismo. Serão feitos estudos comparativos entre ratos jovens e idosos, para testar se existe efeito

"Isso reforça a hipótese de que na fase aguda da doença a lesão possa ser reversível, já que o neurônio tem a propriedade de regenerar seus prolongamentos", admite o médico. Segundo Pittella, quando se aplica a tiamina na fase aguda da doença, o paciente se recupera. Já na fase crônica, essas chances se reduzem. Nessa etapa, desenvolve-se um déficit de memória importante, a psicose de Korsakoff, em que o indivíduo tem dificuldade de aprender coisas novas e esquece as que aprendeu recentemente. Ele supõe que, com o agravamento da doença, os neurônios percam a capacidade de recuperar a árvore dendrítica.

Essas hipóteses, segundo Pittella, poderão ser verificadas com mais segurança na pesquisa interdisciplinar, na medida em que o modelo animal investigado permite colher dados mais mensuráveis.

cumulativo da ação do álcool e do envelhecimento no sistema nervoso central em termos de lesão. Uma questão a ser esclarecida é verificar se o álcool acelera o processo de envelhecimento, atuando como um componente aditivo.

Já se sabe, por exemplo, que na psicose de Korsakoff (patologia associada ao alcoolismo crônico) ocorre alteração da memória episódica. Da mesma forma, na doença de Alzheimer, própria de indivíduos idosos e caracterizada por demência, o sistema mais comprometido é também o da memória episódica.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Metodologias inadequadas

Simpósio internacional de geoquímica tropical questiona importação de 'pacotes fechados'

As metodologias usadas para estudar geoquímica ambiental nas regiões tropicais são importadas dos países de zonas temperadas e em sua maioria não são adaptadas às condições locais. O alerta foi feito por Julio Wasserman, pesquisador da Universidade Federal Fluminense (UFF) e coordenador do simpósio internacional 'Perspectivas para a Geoquímica Ambiental em Países Tropicais', realizado de 29 de novembro a 3 de dezembro, em Niterói (RJ).

Jorge Eduardo Marcovecchio, do Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro (Argentina), concorda com a afirmação. Para ele, há diferenças importantes entre regiões tropicais e temperadas como, por exemplo, o chamado ciclo de nutrientes e de renovação das águas.

Em seus estudos de poluição por metais em ecossistemas aquáticos, o pesquisador argentino observou que nas zonas temperadas a água permanece mais tempo em um certo local do que em regiões tropicais. Isso favorece a contaminação ambiental por poluentes. Além disso, organismos das regiões temperadas têm metabolismo mais lento do que os de áreas tropicais, fator que dificulta a expulsão de poluentes ingeridos.

O biólogo acredita que a emissão de uma carga grande de poluentes nas regiões temperadas pode ter um impacto ambiental maior que nas tropicais. "Essas diferenças são apenas pontuais; agora, pretende-



A contaminação por mercúrio causada pelos garimpos na Amazônia é um exemplo de bomba-relógio química: mesmo que esse metal seja lançado no ambiente por um período curto, seus efeitos negativos duram até 30 anos.

mos estudar mais profundamente os dois ecossistemas para entender essas diferenças", disse Marcovecchio.

Também especialista em poluição por metais, Wim Salomons, dos Serviços de Geoquímica Ambiental (Holanda), explicou que o mercúrio e outros metais pesados, liberados nas águas pelas indústrias e companhias de mineração, depositam-se em sedimentos que se tornam um tipo de reservatório dos poluentes.

Mais tarde, mesmo após a despoluição das águas, esses reservatórios começam a liberar os poluentes no ambiente, fenômeno denominado 'efeito retardado'. Os metais podem ter sido lançados por um período curto – por exemplo, dois anos –, mas seus efeitos negativos duram de 20 a 30 anos. No jargão da geoquímica, esse evento é chamado 'bomba-relógio' química (do inglês,

chemical time-bomb). Segundo Salomons, a contaminação por mercúrio na Amazônia é um exemplo de uma 'bomba-relógio' química.

Em outro evento do tipo 'bomba-relógio', os sedimentos ou solos, em consequência de sua composição, acumulam metais e herbicidas sem causar efeitos prejudiciais, porque os metais neles retidos estão sob uma forma que não é incorporada às plantas e aos animais. Porém, se há mudanças no meio ambiente – chuvas ácidas, por exemplo –, os solos e os sedimentos tornam-se mais ácidos e os compostos acabam liberados, iniciando um longo processo de poluição.

Situação similar ocorre nos manguezais ao longo da costa brasileira. Essas regiões atuam como 'esponjas', absorvendo produtos químicos que vão do continente para o mar. Inicialmente, essa absorção protege o meio ambiente, mas altera-

ções como a acidificação e oxidação dos solos e desmatamento podem transformar os manguezais em fontes de contaminantes.

Antônio Horácio Miguel, da Universidade de São Paulo, foi outro participante do simpósio promovido pelo Departamento de Geoquímica da UFF. Em seu trabalho, ele está caracterizando partículas atmosféricas (aerossóis) provenientes da queima da floresta de Rondônia e do cerrado de Brasília. Somando seus resultados aos de pesquisadores de outras instituições, Miguel pretende averiguar se há influência das queimadas no efeito estufa, teoria para explicar o aumento da temperatura global nas últimas décadas. A relação entre as queimadas e o efeito estufa é ainda controversa, mas defendida por alguns cientistas.

Miguel pretende responder três perguntas: a queima da biomassa afeta o clima da Amazônia? Afeta o clima da América do Sul? E o clima global? Ele espera que até 1995 seja possível responder à primeira das questões. "Nosso maior problema é que não há no país um computador capaz de rodar nossos dados", lamenta Miguel. Ele espera que o Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) possa cooperar nessa etapa da pesquisa.

O norte-americano Foster Brown, hoje professor da UFF, colabora com a Universidade Federal do Acre e com o Conselho Nacional de Seringueiros em atividades ligadas ao uso das florestas daquela região. A ideia é fazer um mapeamento dos seringais do Acre, que vêm sofrendo constantes processos de mudança.

Conhecer melhor a área permitirá uma melhor distribuição de escolas e postos de

saúde, além de auxiliar numa possível reforma agrária. A tarefa não é pequena: só a reserva extrativista Chico Mendes tem 45 seringais e cerca de um milhão de hectares. Brown quer também capacitar pessoas da região para que elas aprendam a tecnologia de mapeamento.

Louis Martin, do Instituto Francês de Cooperação para o Desenvolvimento Técnico e Científico (Orstom), observou a ocorrência de perturbações no transporte de areia na planície costeira do Rio Doce (Espírito Santo). Esses movimentos são similares ao *El Niño*, fenômeno de aquecimento das águas do oceano Pacífico, com duração média de 18 meses, que tem consequências sobre a pesca e o clima em várias regiões do planeta. Esse trabalho é feito em colaboração com Jean-Marie Flexor, do

Observatório Nacional (RJ).

Mais longo e com efeitos mais severos do que o *El Niño*, essas perturbações no transporte de areia podem durar milhares de anos e vem ocorrendo na planície do Rio Doce há 6 mil anos. "Esses eventos provocam alterações bruscas do clima quase tão grandes como as mudanças ocorridas durante as glaciações, só que em uma escala mais rápida", diz Bruno Turcq, pesquisador do Orstom, atualmente trabalhando na UFF.

Enquanto pesquisadores estudavam as regiões litorâneas, a equipe de Turcq recolheu dados sobre o continente (ver 'Registros milenares nos sedimentos dos lagos da serra de Carajás', *Ciência Hoje*, nº 93). Os resultados mostraram que o clima na Amazônia, entre 8 mil e 4 mil anos atrás,

era muito mais seco que o atual.

Os cientistas do Orstom, em colaboração com brasileiros, querem saber agora, quantitativamente, qual a relação entre clima seco e regressão das florestas. Sabe-se que essa relação existe, mas há diversas variantes como a reciclagem de nutrientes do solo e a dinâmica dos incêndios, entre outras.

Para viabilizar esse estudo, criou-se um programa internacional, o Ecossistema e Paleoeossistema das Florestas Intertropicais (Ecofit), cuja primeira parte foi aprovada no último dia 12 de novembro pelo comitê brasileiro do Programa Internacional sobre as Mudanças do Clima. A mata Atlântica será o tema dessa parte do programa, ficando sob a responsabilidade de Flexor,

Monica Barth, da Fundação Oswaldo Cruz e Dorothy Araújo, da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Numa etapa posterior, eles devem avaliar as marcas de incêndio ocorridas no passado na floresta Amazônica.

Em paralelo ao simpósio, foi realizado um *workshop* sobre metais pesados, promovido pela UFF e pelo Centro de Tecnologia Mineral, órgão do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Um dos participantes foi German Müller, da Universidade de Heidelberg (Alemanha), conhecido por seus estudos sobre poluição de metais pesados (ver entrevista nesta edição).

Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Fruta-do-lobo

Substância encontrada em planta do cerrado é base para produção de medicamentos

Medicamentos como antibióticos, anticoncepcionais e anti-inflamatórios poderão ser obtidos de uma fruta até agora desprezada pelo homem, mas bastante apreciada pelo lobo-guará. Cientistas do Laboratório de Pesquisa e Ensino em Síntese Orgânica da Universidade de Brasília estudam a produção de esteróides (matéria-prima de diversos medicamentos) a partir da lobeira, conhecida também por fruta-do-lobo.

O chefe do laboratório, Gouvan Magalhães, retomou recentemente as pesquisas sobre a lobeira que foram iniciadas por Otto Gottlieb, da Fundação Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro), em 1970. Gottlieb

descobriu que a lobeira contém solasodina, substância base para produção de esteróides. Gouvan já conseguiu obter solasodina da lobeira, mas em porcentagem ainda baixa para justificar sua exploração industrial.

"Normalmente, 1% de concentração é o mínimo que se exige para a exploração industrial de plantas produtoras de solasodina. No caso da lobeira, só conseguimos retirar 0,5%", explica Magalhães. Segundo ele, o tamanho da fruta, que pesa em média um quilograma cada, pode compensar a pequena concentração. Cada arbusto chega a produzir até 20 kg de frutos que, secos e moídos, rendem 3,5 kg do pó a

partir do qual é produzida a solasodina.

A lobeira pertence à família das solanáceas, da qual também fazem parte o tomate, o jiló e a jurubeba. Ela parece

um tomate grande e o arbusto é muito comum no cerrado. Os botânicos classificam-na como planta invasora, porque sempre é uma das primeiras espécies a se reproduzir em áreas cuja vegetação natural foi derrubada.

Como a planta vive numa região de solo muito pobre, Magalhães acredita que seu cultivo deverá ser simples. Um



A lobeira, planta típica do cerrado, poderá ser fonte para produção de esteróides, componentes básicos para produção de medicamentos.

dos próximos passos da pesquisa será identificar em qual fase a fruta apresenta maior concentração de solasodina. A concentração de 0,5% foi obtida de frutas quase maduras, mas Magalhães quer analisar o fruto ainda verde.

É importante verificar a produtividade anual da planta para saber quantas vezes ao ano a planta dá frutos. "Pelo que pude observar, a lobeira parece frutificar quase o ano inteiro", comenta ele. Será preciso ana-

lisar ainda a concentração da substância de acordo com o período do ano. É possível que frutos de períodos diferentes tenham concentrações diferentes de solasodina.

A pesquisa coordenada por Gouvan Magalhães ganha importância quando se sabe que os cerca de 20 mil medicamentos à venda no Brasil são produzidos a partir de apenas 300 princípios ativos. Desses, cerca de 10 são esteróides. O pesquisador acha que outras sola-

náceas do cerrado devem ter solasodina e por isso pedirá à Fundação Banco do Brasil apoio financeiro para o estudo de 15 espécies dessa família.

Mas o pesquisador não tem esperanças de que os resultados das pesquisas de seu laboratório possam chegar à indústria farmacêutica. "Faço pesquisa para ensinar a meus alunos como fazer química, mas do ponto de vista prático esse trabalho tem pouca utilidade devido à inexistência de uma

estrutura que leve nossos resultados ao mercado", comenta.

Ele acha que a exploração da lobeira pode levar à diminuição do preço dos medicamentos feitos com esteróides no Brasil e até acredita que o país poderia ser auto-suficiente na produção dessas substâncias, que estão entre os insumos mais caros da indústria farmacêutica.

Margareth Marmori

Ciência Hoje/Brasília.

'Capitão Gancho' eletrônico

Pesquisadores do Rio de Janeiro desenvolvem braço mecânico inteligente que obedece à voz humana

Um braço computadorizado, capaz de ver e ouvir, vai auxiliar o homem a realizar tarefas em ambientes hostis, como inspecionar usinas nucleares, consertar plataformas de petróleo em águas profundas e manipular substâncias tóxicas na indústria farmacêutica. O robô, que poderia ser o protagonista de um livro de Isaac Asimov e deixaria o Capitão Gancho com água na boca, foi concebido pelo Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Nos testes realizados pelos pesquisadores, o operador

solicita ao equipamento uma ferramenta, através de um microfone. A voz passa por um mecanismo eletrônico de pré-filtragem e depois vai para um computador do tipo PC, que pode ser até um 286. Nesse momento, usou-se a técnica de rede neuronal, segundo a qual simula-se no computador a forma como o homem aprende. Através dessa técnica, o computador 'aprendeu' a escutar e reconhecer as palavras.

A seguir, foi inserido um dispositivo que capta a imagem recolhida por uma câmara acoplada ao braço mecânico,

também ligada ao computador. Esse mecanismo reconhece o objeto requisitado ou informa ao operador que não pode encontrá-lo, caso esteja fora de seu campo de visão. A imagem que o braço está 'vendo' também pode ser vista pelo pesquisador.

Quando a ferramenta é localizada, para que o braço alcance, entra em cena um *software* de controle que elabora sua trajetória e o coloca em movimento. O braço pega a ferramenta com o auxílio de uma garra fixada em sua extremidade. O sistema de fala, o de

imagem e o *software* de controle se comunicam, formando um sistema integrado.

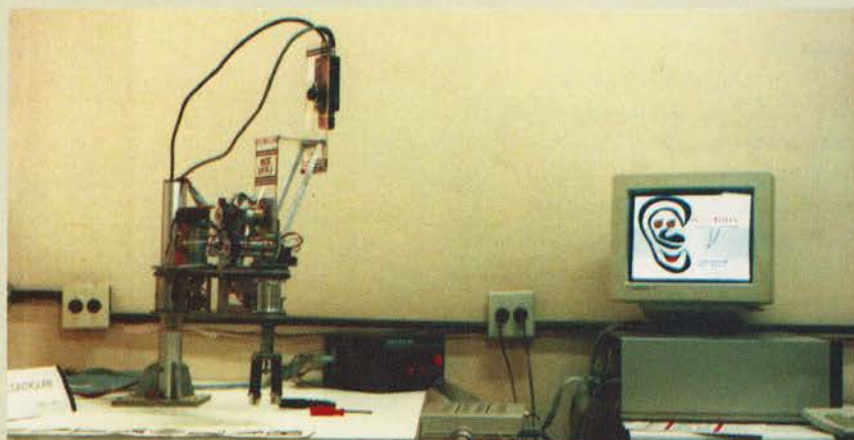
Por enquanto, o computador só é capaz de ouvir três palavras – chave (de fenda), martelo e alicate –, mas segundo Eliana Aude, do NCE, esse número pode ser aumentado sem dificuldades. "O programa pode reconhecer quantas palavras forem necessárias", enfatiza a pesquisadora. Aude espera ensinar os fonemas para a máquina, de forma que um grande número de palavras poderá ser compreendido.

Outras adaptações poderão ser feitas, conforme a aplicação que o equipamento terá. Aude pretende, por exemplo, dotar o braço de um sensor de força, permitindo que ele pegue objetos frágeis. Pretende-se também fazer com que a máquina supere eventuais obstáculos que surjam em sua frente. Mas obstáculo maior foi o que a equipe do NCE conseguiu transportar: o braço consegue reconhecer a mensagem dita por qualquer pessoa, enquanto que outros 'ouvidos eletrônicos' são sensíveis só a alguns timbres de voz.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Braço 'inteligente' desenvolvido pelo NCE da UFRJ. A mensagem na tela do microcomputador indica que o operador pode dar o comando.



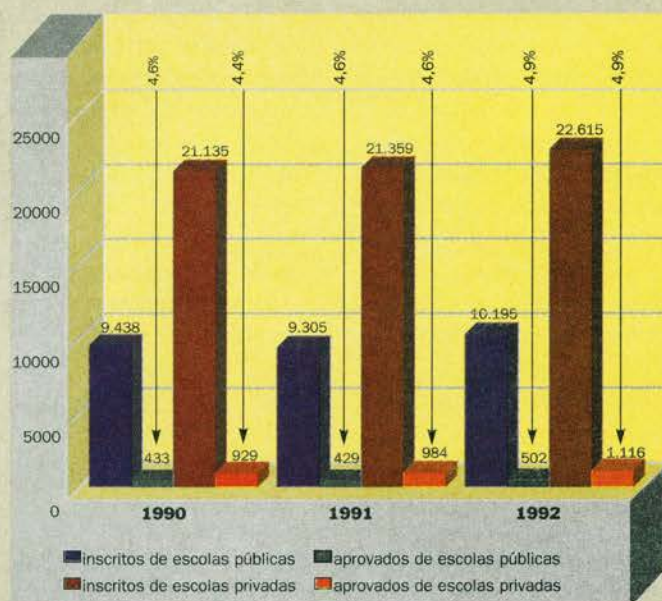
Escola pública derruba mito

Pesquisador carioca demonstra a boa atuação das escolas públicas nos exames vestibulares

As escolas públicas têm o mesmo índice percentual de aprovação no vestibular que as instituições privadas. A afirmação, que derruba o mito de que o desempenho das entidades pagas é melhor, é de Gary Varandas, do Instituto Militar de Engenharia (IME), no Rio de Janeiro.

Por exemplo, no vestibular da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Varandas observou que, em 1990, as escolas públicas chegaram a índices de aprovação superiores aos obtidos pelas privadas (ver figura).

Na Universidade Estadual Paulista (Unesp), o pesquisador limitou-se à área de exatas.



Índices de aprovação de alunos da rede pública e privada no vestibular da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Em 1991, o índice obtido pelas públicas foi 10,6% contra 9,2% das escolas privadas. No ano seguinte, 9,2% para as públicas e 9,4% para as particulares.

Varandas avaliou ainda o concurso do IME. Em 1992, 10,2% dos 324 candidatos de escolas públicas foram aprovados contra 8,1% dos 509 inscritos da rede particular.

Mas Varandas lembra que, em geral, o número de instituições privadas nos vestibulares é muito maior que o de públicas. O levantamento da influência dos cursos pré-vestibulares nesses resultados não foi avaliado. Esses dados foram apresentados por Varandas no XXIII Congresso Brasileiro de Química, realizado de 25 a 29 de outubro último, no Ceará.

Luisa Massarani

Ciência Hoje, Rio de Janeiro.

Dupla hélice quarentona

Simpósio na UFMG comemora os 40 anos da descoberta da estrutura do ADN, o "terremoto paradigmático"

Para comemorar o 40º aniversário da descoberta da estrutura do ácido desoxirribonucleico (ADN), molécula responsável pela transmissão de informações na matéria viva, a Unesco reuniu em Paris 30 renomados palestrantes – 19 deles agraciados com o Prêmio Nobel – para discutir o tema "Da dupla hélice ao genoma humano: 40 anos de genética molecular". No Brasil, a data não passou em branco: em novembro passado, foi comemorada no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte, no simpósio "40 anos da dupla hélice: perspectivas científicas e sociais na

pesquisa do ADN".

Em 23 de abril de 1953, a revista científica *Nature* publicou um artigo que se tornaria um marco na história da biologia e da medicina. Nele, o biólogo britânico Francis Crick e o zoólogo norte-americano James Watson, ambos jovens cientistas, decifravam o enigma da estrutura do ADN: a molécula tinha a forma de uma dupla hélice.

No simpósio em Minas Gerais, o geneticista Sérgio D. J. Pena, da UFMG e do Genoma, único representante brasileiro na reunião da Unesco, abriu os debates afirmando que a descoberta da dupla hélice do ADN funcionou como um

verdadeiro "terremoto paradigmático". Até então, a genética, nascida com Mendel no século passado, estava confinada aos conceitos de genótipo (conjunto de genes responsáveis pela transmissão de características hereditárias) e fenótipo (características externas ou particulares apresentadas por um ser vivo). Com a descoberta de Watson e Crick, a coisa mudaria completamente: o gene deixou de ser uma entidade abstrata, passando a ter existência física, o ADN.

Isso, segundo Pena, tem uma importância extrema, ao propiciar o abandono de um paradigma de genótipo em favor de um paradigma de ge-

noma (a quantidade total de ADN de um organismo). Antes, os cientistas eram obrigados a fazer mapas genéticos baseados em recombinação; a partir de 1953, podiam fazer mapas físicos baseados na orientação dos genes dentro do cromossomo (estrutura encontrada nos núcleos das células). A história recente da genética molecular ilustra bem como um problema científico tornou-se esclarecido e possibilitou o surgimento de uma nova tecnologia, a engenharia genética molecular.

O presidente da Sociedade Brasileira de Genética, Sérgio O. P. Costa, da Universidade de São Paulo, descreveu os indícios recentes de que o ADN não foi o material genético das células primitivas. Os genes primordiais, ao contrário, eram constituídos por outro ácido nucleico, o ARN (ácido ribo-

Rosalind, a esquecida

Nos debates do simpósio de Belo Horizonte, o geneticista Edmar Chartone de Souza, da UFMG, lembrou a contribuição indispensável da físico-química inglesa Rosalind Franklin para que Watson e Crick chegassem onde chegaram. "Ela foi uma 'carregadora de piano' e tem sido injustamente esquecida nesses tempos de comemorações", exaltou-se ele.

Foi graças às preciosas fotos de Rosalind – cuja obtenção, com o auxílio de radioisótopos, levou a cientista a morrer de câncer em 1958 – que Watson e Crick puderam confirmar a estrutura em dupla hélice do ácido desoxirribonucleico. Por esse trabalho, Watson e Crick receberiam, juntamente com o físico Maurice Wilkins, o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina de 1962.

nucléico). Nas células atuais, segundo Costa, o ARN teria cedido o papel de gene ao ADN, permanecendo como intermediário entre os genes e as proteínas (produtos finais dos genes que realizam uma série de funções nas células).

Alfredo Pereira Jr., da Uni-

versidade Estadual Paulista (*campus* Botucatu), discutiu como vários aspectos da sociedade contemporânea são dominados pela informação, desde a mídia e a telecomunicação, até a genética molecular e a biotecnologia. Ele destacou que se espera, a partir do conhecimento da constituição genética completa de alguns organismos, o surgimento de novas teorias biológicas. O momento científico atual, em sua opinião, é de grande efervescência, procurando-se usar os dados sobre a constituição molecular e conhecer melhor o funcionamento dos seres vivos.

Segundo Pereira Jr., três novas ambições surgiram a partir do amadurecimento da biotecnologia: uma médica, no sentido de evitar doenças e aumentar a longevidade; uma estética de aperfeiçoar as formas de vida existentes e criar formas novas; e uma industrial de comercializar e obter lucros de seres com elevado valor de mercado.

Da biotecnologia molecular – ninguém duvida – decorrem vários problemas de natureza ética. Para Pereira Jr., a prática do segredo sobre o conheci-

mento científico e tecnológico será acentuada, e a desigualdade econômica se aprofundará, beneficiando-se os detentores de informação. Cresce o temor das consequências da manipulação genética dos seres vivos e da criação de novos seres, torna-se real a possibilidade de interferência genética até no comportamento humano.

Romeu Guimarães, da UFMG, considera que a possibilidade de obter seqüências completas de alguns genomas irá redirecionar a bioquímica celular, que deverá tornar-se um estudo sistêmico. Isso fará com que a bioquímica recorra à lingüística, habituada a interpretar superposições de códigos e ambigüidades de sentido. Para quem estuda genética molecular, a ambigüidade da seqüência gênica é, a seu ver, algo evidente.

Guimarães garante não haver dúvida quanto aos benefícios médicos decorrentes das novas tecnologias, à exceção dos constrangimentos que deverão sofrer os indivíduos que, cedo, saberão de doenças que podem desenvolver no futuro. Além disso, ele aponta também a invasão da privacidade

do cidadão e os riscos que ele corre, por exemplo, de ser discriminado nos planos e nos seguros de saúde.

No outro extremo, sustenta, estão os conflitos entre interesses econômicos e éticos. Contrário ao patenteamento de genes humanos incorporados ou não a outros organismos, Guimarães defende a proposta européia de uma moratória sobre todos esses pedidos de patentes até que se estude melhor o problema. No patenteamento de genes humanos, ele vê uma forma de "escravidão molecular".

Convocado recentemente pelo Senado norte-americano para discutir com geneticistas dos EUA e da Europa a possibilidade de se criar uma lei universal de patentes genéticas, Sérgio Pena não lê pela mesma cartilha de seu colega Guimarães. Mais pragmático, Pena não tem dúvida: "A questão hoje não é saber se genes humanos vão ser patenteados ou não". Ele quer saber quais genes – e em que condições – serão patenteados.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Feitiço contra o feiticeiro

Substância na cascavel anula seu próprio veneno

Pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, e da Fundação Ezequiel Dias, em Minas Gerais, isolaram uma substância encontrada no soro (sangue) da cascavel que neutraliza o efeito tóxico de seu próprio veneno. As pesquisas mostraram que esse tipo de proteína também tem ação contra a picada da jararaca. A descoberta abre perspectivas para o desenvol-

vimento de um soro antiofídico mais puro que o encontrado no mercado, que pode ter efeitos colaterais.

O mecanismo de ação dessa substância, uma glicoproteína batizada ICV, ainda não está muito claro para os cientistas. Haity Moussatché e Christina Villela, ambos da Fiocruz, acham que a ICV acopla-se à principal substância tóxica da cascavel, a crototoxina,

neutralizando seu efeito.

A crototoxina é composta por duas proteínas. A primeira é a crotacotina, que conduz a crototoxina até uma molécula (denominada receptor) presente no homem ou no animal picado pela cobra. A outra é a fosfolipase, que se liga a esse receptor e é responsável pela toxicidade do veneno. Os pesquisadores suspeitam que, no caso do soro da cascavel, a ICV

acopla-se à fosfolipase e impede sua ação tóxica.

Os estudos mostraram que essa proteína, que bloqueia o efeito letal do veneno, é transferida da cascavel para outros animais. Em experimentos de laboratório, eles associaram uma dose letal do veneno ao soro da cascavel, onde está presente a ICV. Posteriormente, essa mistura foi inoculada em camundongos. Todos os animais sobreviveram.

Luisa Massarani
Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

A poluição causada pelos garimpos, as substâncias ativas de várias espécies de plantas e o ciclo das águas foram alguns dos temas discutidos no 1º Simpósio Internacional sobre a Química da Amazônia, que reuniu cerca de 130 pesquisadores, entre brasileiros e estrangeiros.

“Muito se tem discutido sobre a Amazônia, mas pouco se tem feito para conservá-la e extrair seus recursos sem causar danos ambientais”, afirmou Peter Seild, diretor-adjunto do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), no Rio de Janeiro, e presidente da Associação Brasileira de Química (ABQ), enfatizando a importância do encontro.

O evento, realizado de 21 a 25 de novembro, em Manaus, foi promovido pelo Cetem, pela ABQ, pela Sociedade Norte-americana de Química e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Cobertura: LUISA MASSARANI
(Ciência Hoje/Rio de Janeiro).

Química na floresta

Poluição *heavy metal*

Rios da parte ocidental da Alemanha têm hoje níveis de contaminação por metais pesados equivalentes aos encontrados na década de 30, antes da expansão industrial, fenômeno responsável por grande parte da poluição fluvial em todo o mundo.

Foram as pesquisas de German Müller, chefe do Instituto de Pesquisas Sedimentares da Universidade de Heidelberg (Alemanha), que chamaram a atenção da opinião pública alemã para o problema. Logo depois, mudou a legislação ambiental naquele país.

Müller iniciou seus estudos na década de 70, quando, a partir de um estudo detalhado, publicou seus resultados sobre a poluição nos sedimentos de rios alemães. Em 1972, ele elaborou um mecanismo, denominado índice de geoacumulação, hoje usado pelos pesquisadores para diferenciar os valores naturais dos metais pesados das quantidades emitidas pelo homem. Atualmente, Müller estuda também o Brasil, a Europa e a China.

Entrevista concedida a Luisa Massarani (Ciência Hoje/Rio de Janeiro) e Saulo Rodrigues Filho (Centro de Tecnologia Mineral/Rio de Janeiro).

Por que analisar os sedimentos dos rios e não as águas?

Com o escoamento das águas, uma hora depois já não é possível detectar a fonte poluidora.

Sabendo disso, as companhias soltam os poluentes todos de uma vez. Mas no sedimento a evidência da poluição permanece por semanas ou meses. É

um histórico das emissões em suas várias camadas, semelhante a um livro no qual cada página tem a evidência de uma descarga de poluentes. Examinando camadas sucessivas, chega-se a uma profundidade em que não se encontram mais flutuações nos teores de poluentes. Esse ponto chamamos *background*. É a situação antes do início da industrialização, quando começaram a ser jogadas grandes quantidades de poluentes no ambiente. Esse método aplica-se a metais pesados e a diversos produtos químicos, mas não, por exemplo, ao petróleo ou a produtos químicos desenvolvidos mais tarde. Um exemplo é o pesticida DDT, criado na década de 40 e largamente usado após a Segunda Guerra Mundial em todo o mundo, inclusive no Brasil. Para o DDT, não há valor de *background*, uma vez que não é um produto natural.

E as concentrações de mercúrio nos rios brasileiros?

Por exemplo, o rio Elba, na Alemanha, tem concentrações de mercúrio da ordem de 20 miligramas de mercúrio por quilograma de sedimento. Na República Tcheca e na Eslováquia, alguns rios chegam a 100 miligramas. Por exemplo, as concentrações no garimpo do rio Rato (Amazonas) estão entre um e oito miligramas. Ou seja, o Brasil ainda tem índices menores que os dos rios europeus, onde não há garimpos. Mas as partículas muito finas que vêm dos garimpos ficam em suspensão e transformam um rio de águas límpidas no que chamamos 'rio branco', com águas turvas. Isso afeta a fauna da região. O que acontece com peixes, plantas e animais? Não sei até que ponto esse problema na área do garimpo está sendo investigado.



German Müller

O mercúrio é transportado por longa distância?

Quanto mais finas as partículas em suspensão, mais longe elas serão transportadas pela correnteza. Para que depositem e formem um sedimento, elas devem atingir regiões onde a velocidade de escoamento é menor. Se o rio passa por uma região com pouca correnteza, mesmo as partículas mais finas depositam e acabam formando sedimentos. Assim, encontramos mercúrio em sedimentos de uma região de águas paradas em Itaituba, cerca de 170 km abaixo no rio Rato, onde está o garimpo. Próximo a Santarém, o rio Rato desemboca no estuário do rio Tapajós, cuja correnteza é tão baixa que é chamado 'lago' Tapajós. O mercúrio dos garimpos sedimenta-se no lago Tapajós e não chega ao Amazonas. Nesse lago, a concentração do metal chega a um miligrama de mercúrio por quilograma de sedimento. Esse valor, embora não

elevado, é 10 vezes maior que o encontrado naturalmente no rio (*background*). Nesse caso, o mercúrio é transportado por cerca de 350 km e assenta graças ao alargamento do rio Tapajós, o que impede que siga até o rio Amazonas. O mercúrio desprendido pela queima do amálgama ao ar livre mais cedo ou mais tarde é trazido pelos ventos ou pelas chuvas e cai nos solos e nos rios. No período mais seco, os ventos podem também transportar o mercúrio por quilômetros.

Qual é a concentração do mercúrio antes de chegar ao lago Tapajós?

Na enchente do Tapajós, a maior parte do mercúrio não vem dos garimpos e sim da erosão. Portanto, as medidas devem ser feitas em uma época em que só o material dos garimpos é transportado. Se considerarmos o total do mercúrio transportado (garimpo mais erosão), a contribuição do primeiro está pouco acima do *background*. Não é um teor alarmante. Na estação chuvosa, os garimpos param e a taxa de erosão aumenta, de forma que se pode esperar que a concentração desse metal em suspensão vá decrescer. Só se houver uma estação muito seca e um aumento das atividades garimpeiras, a concentração pode ser relativamente alta.



O mercúrio usado pelos garimpeiros polui os rios.

Molécula versátil

Quatro novos compostos encontrados em uma planta amazônica estão apresentando atividades biológicas específicas em testes *in vitro*, entre elas ação antimalárica, fungicida, esquistossomocida e bactericida.

As substâncias, denominadas benzoilamidas, foram isoladas por José Maria Barbosa Filho, da Universidade Federal da Paraíba, a partir da *Aniba riparia*. Antes dessa pesquisa, só havia registro de 11 substâncias desse grupo na literatura internacional.

A partir dessas quatro moléculas recém-isoladas, o pesquisador sintetizou outras 10 similares. Em testes *in vivo*, as substâncias provocaram relaxamento da traquéia, que excessivamente contraída causa falta de ar; da aorta, que muito contraída pode levar à hipertensão ou ao infarto; do útero, cujo excesso de contração pode causar aborto; e do fígado de cobaia, que contraído causa cólicas abdominais.

Testes indicaram efeitos colaterais só com uso em doses altas: acima de um grama por quilo do animal (via oral) e de 104 miligramas por quilo (via intraperitoneal). Porém, essas quantidades são maiores do que as necessárias para que a droga tenha o efeito desejado.

Das 10 novas substâncias sintetizadas, a amida di-hidroxilada é a mais potente. Barbosa quer agora obter novos derivados a partir dessa molécula, mudando a disposição de alguns átomos. "Queremos chegar a uma molécula mais potente e com menos efeito colateral possível", diz ele. E garante: "o processo de síntese da nova molécula é simples".

Contaminação por mercúrio

Cerca de 70% dos índios das aldeias Gorotire e Kikretum, na reserva Caiapó, no sul do Pará, estão contaminados por mercúrio despejado pelos garimpos (ver figura). A pesquisa foi feita por Antonio Carneiro Barbosa, do Departamento de Química da Universidade de Brasília.

Para o pesquisador, as principais fontes de contaminação dos índios são os peixes, alimento que eles consomem em grandes quantidades. Essa hipótese surgiu quando Barbosa comparou os níveis de concentração do metal em garimpeiros da mesma região, que comem pouco peixe.

Nas 145 amostras de cabelo recolhidas de garimpeiros, 58% apresentaram índices de mercúrio considerados normais, 29% níveis levemente elevados e 13% níveis altos. Só 6% estavam em situação denomi-

nada crítica, com concentrações de mercúrio acima de 10 miligramas desse metal para cada grama de cabelo.

Barbosa avaliou também dados recolhidos por Ana Amélia Boischio, da Universidade Federal de Rondônia, sobre 384 pessoas que vivem nas margens do rio Madeira (Rondônia). Os resultados foram ainda mais alarmantes: 70% apresentaram níveis críticos. Desse percentual, cerca de 16% têm acima de 30 microgramas do metal para cada grama de cabelo e 4% estavam com mais de 50 microgramas, valor a partir do qual o governo japonês, por exemplo, recomenda o aborto, no caso de gravidez.

Das 384 pessoas, cerca de 10% eram moradores de Porto Velho e foram usados como grupo-controle. Foram encontrados níveis baixos de contaminação nesse grupo, que

come peixe no máximo duas vezes por mês enquanto os ribeirinhos do rio Madeira consomem até quatro quilos por semana desse alimento.

Além das amostras de cabelo, o pesquisador também usou sangue e urina, mas explicou que o cabelo tem a vantagem de crescer um centímetro por mês, o que permite uma avaliação dos últimos meses da vida do paciente. Em casos de gravidez, por exemplo, pode-se estudar todo período de gestação.

No entanto, Barbosa pede cuidado com "esse boom de médicos que avaliam o teor de mercúrio no cabelo". Segundo ele, a amostra vai para os EUA, onde se considera o nível alto a partir de quatro microgramas de metal por grama de cabelo. "Há casos em Brasília de pessoas que foram hospitalizadas porque tomaram quelantes para eliminar o mercúrio e esse medicamento afetou seus metabolismos, pois elimina também metais essenciais para o corpo humano", diz.

O trabalho de Saulo Rodrigues Filho, outro participante do simpósio, mostrou que 20% das águas de regiões de Poconé (MT) têm teores de mercúrio 10 vezes superiores aos índices considerados naturais para a região. Segundo o pesquisador do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), no Rio de Janeiro, as áreas mais críticas foram o córrego Guanandi e o lago da fazenda Ipiranga, no rio Bento Gomes. "Entretanto", afirma ele, "esse lago funciona como uma 'esponja', absorvendo o mercúrio dos garimpos e evitando que o metal atinja o Pantanal, logo abaixo desse reservatório".

Mais 18 amostras retiradas de outras regiões indicaram concentrações normais do metal, mas "o principal problema

dos altos teores é que eles confirmam nossa suspeita: não está havendo controle da queima do amálgama (aglutinação de ouro e mercúrio)", lamenta.

O pesquisador do Cetem avaliou também os índices de acumulação de outros metais pesados que podem ser encontrados no material recolhido pelo garimpeiro como o chumbo e o zinco. Ao contrário do que se suspeitava, os teores foram baixos. Em média, mantiveram-se nos valores normalmente encontrados no meio ambiente.

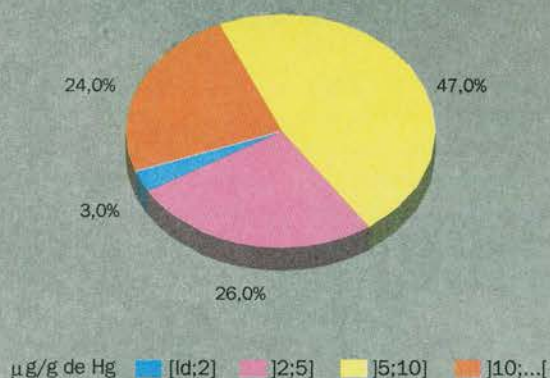
A qualidade das águas também é afetada pelos garimpos, que despejam nos rios os restos da mineração. Esses rejeitos aumentam a carga de material particulado em suspensão nos rios, desequilibrando o ecossistema e diminuindo sua produtividade primária.

Segundo Alexandre Pessoa da Silva, também do Cetem, uma solução para o problema seria armazenar os rejeitos. Um modo de convencer os garimpeiros da necessidade de armazenamento seria alertá-los de que nos rejeitos ainda há mercúrio, material que eles precisam comprar com frequência. Exemplo quantitativo foi observado por Silva no rio Tapajós (AM): nos rejeitos da garimpagem feita na região do igarapé do Rato, o pesquisador estima que havia cerca de três toneladas desse metal.

A perda de mercúrio pela queima do amálgama também pode ser reduzida em cerca de 90% quando o processo é feito em equipamentos fechados (retortas). Esse processo é responsável por cerca de 65% da contaminação ambiental por esse metal. Mas Silva lembra que é difícil difundir essas técnicas entre garimpeiros.

Contaminação por Hg em cabelo de índios Caiapó

419 amostras



A região amarela do gráfico representa os índios com níveis normais de mercúrio (até dois microgramas do metal por grama de cabelo); a verde, os níveis levemente elevados (entre dois e cinco); a azul, os níveis elevados (entre cinco e 10); e a vermelha, níveis críticos (acima de 10).

Safrol da Amazônia

O Brasil poderá voltar a produzir safrol, substância usada em inseticidas biodegradáveis, cosméticos e fármacos. Até 1991, o país era o maior produtor mundial do óleo dessa planta, mas o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) proibiu a exploração da principal fonte, o Sassafrás (*Ociosa pretiosa*), porque o processo é destrutivo e a planta é considerada em extinção.

Pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, descobriram que esse óleo pode ser extraído da pimenta longa (*Piper hispidinervium*), arbusto que leva cerca de seis meses para chegar à altura máxima (1,80 metro). Atualmente, a substância praticamente só é produzida pela China, a partir do *Cinnamomum camphora*, árvore que leva cerca de 50 anos para atingir a maturidade e precisa ser destruída para fornecer o óleo.

O safrol se concentra nos

galhos finos e nas folhas da pimenta longa, o que permite que o óleo seja extraído sem a derrubada da planta. Pela técnica desenvolvida pelo Goeldi, o vegetal é cortado a uma altura de 20 centímetros, voltando ao seu tamanho máximo em seis meses.

Após ter desenvolvido um sistema de produção experimental, os pesquisadores vão agora transferi-lo para cooperativas agrícolas, provavelmente no Pará e no Acre. Segundo José Guilherme Maia, diretor do Museu Goeldi, a planta é normalmente encontrada no Acre, mas se adapta facilmente a outros tipos de solo, inclusive desgastados pela pecuária ou pela agricultura intensiva. "A pimenta longa precisa basicamente de água e sol e propaga-se facilmente, através de sementes ou de estacas", explica o diretor.

Maia garante que a produção é economicamente viável, podendo chegar a um rendimento mínimo de 600



Cultivo de pimenta longa, planta da qual o Museu Paraense Emílio Goeldi extrai o óleo de safrol, substância usada em inseticidas biodegradáveis, cosméticos e fármacos.

dólares e máximo de 1,5 mil dólares por hectare ao ano. O valor depende do número de plantas por hectare e da eficiência de destilação do óleo, que pode ser aumentada com as técnicas propostas pelo Goeldi. Ele lembra que o rendimento de safrol no *Cinnamomum camphora* é de só 1%, enquanto que na pimenta

longa é de no mínimo 3%.

Os derivados mais importantes obtidos do safrol são o piperonal, usado na indústria de cosméticos e fármacos, e o butóxido de piperonila. Esse último é usado como único inseticida biodegradável aceito por países com legislações ambientais rigorosas como o Japão e os EUA.



Artemísia: espécie de planta usada no tratamento da malária.

Antimalárico superconcentrado

Barry Charlwood, do King's College de Londres, está desenvolvendo uma espécie de artemísia, planta usada no tratamento da malária, com maior concentração da substância que age contra a doença.

Obtida por alterações genéticas, a nova planta poderá solucionar o maior obstáculo para o uso da artemísia contra a malária: são necessárias toneladas do vegetal para se extrair uma quantidade de seu princípio ativo (artemisinina) suficiente para controlar todos

os casos da doença. Por exemplo, foram notificados no Brasil cerca de 226 mil casos no primeiro semestre do ano passado, segundo dados preliminares do Centro Nacional de Epidemiologia do Ministério da Saúde.

Charlwood não quis detalhar a técnica que está usando. "Estão envolvidas verbas de empresas privadas e o trabalho ainda não foi publicado", justifica o pesquisador. O custo do projeto é de cerca de 250 mil dólares.

Desde 1989, Charlwood e Antonio Euzébio Sant'Anna, da Universidade Federal de Alagoas, pesquisam plantas nativas que podem ser usadas no tratamento de doenças típicas brasileiras. "Os países desenvolvidos não estão interessados em produzir drogas como as antimaláricas por não serem lucrativas", diz Charlwood. "Por isso, a solução tem que ser encontrada pelas regiões afetadas", acrescenta.

Química da maturidade Astronautas vegetais

Pesquisa do Instituto de Química da Universidade de São Paulo deve assegurar o momento certo para a colheita de frutos. Massuo Kato vem avaliando a variação das substâncias químicas existentes no fruto de *Myristicaceae*, uma família de árvores amazônicas, conforme seu grau de maturação.

Quanto mais maduro o fruto de algumas espécies de virola, maior a concentração de lignanas e neolignanas, substâncias que vêm sendo amplamente estudadas em todo o

mundo por suas atividades anticancerígenas, antivirais, antioxidantes, bactericidas e fungicidas.

Para os Yanomami, as sementes dos frutos de *Myristicaceae* servem para curar feridas e infecções por fungos e as folhas para os casos de dor de barriga e dente. A resina da árvore pode ser aproveitada como curare (veneno paralisante) para a caça. Seca e transformada em pó, essa resina é alucinógena e usada em rituais pelo xamã (feiticeiros da tribo).

Norman Lewis, da Universidade Estadual de Washington (EUA), vem estudando o desenvolvimento, o metabolismo e a genética de plantas submetidas à ausência de gravidade. Para isso, ele literalmente mandou sua pesquisa 'para o espaço': no último mês de setembro, suas plantas embarcaram no ônibus espacial norte-americano *Discovery*.

O objetivo de Lewis é entender como a gravidade afeta as propriedades básicas do crescimento das plantas. Os primeiros dados mostram que há alterações na formação das paredes das células, principalmente em uma das substâncias denominada lignina.

Lewis acredita que, na falta de gravidade, só alguns dos genes da planta sejam ativados. Se eles forem identificados, será possível entender uma série de mecanismos dos vegetais. As árvores que nascem com os troncos tortos são um exemplo. Na Terra, há um mecanismo próprio que 'corrige' essa deformação durante o cresci-

mento. O problema é que o tronco fica irregular e seu valor comercial é menor. Com as experiências, talvez se entenda melhor como isso ocorre e até interferir no processo.

Os estudos de Lewis devem permitir também entender melhor as funções celulares (metabolismo) das plantas. "Temos novos parâmetros para o uso da biotecnologia, o que permitirá aumentar a produção de alguns compostos com, por exemplo, aplicações farmacológicas", diz Lewis, que colabora com Massuo Kato, da Universidade de São Paulo.

Pesquisadores da ex-URSS já enviaram plantas para o espaço. Mas os vegetais não cresceram satisfatoriamente, por causa da má distribuição da água no solo artificial das naves. Esse problema foi contornado pela equipe de Lewis, em colaboração com pesquisadores norte-americanos, com a criação de bolsas especiais para as plantas. Este ano, outras plantas vão ser testadas a bordo do *Discovery*.



Colhido no momento certo, o fruto da virola, planta amazônica, poderá ser fonte de substâncias com atividades farmacológicas.

Os maiores inimigos das plantas

O ferimento de uma planta, seja por ação mecânica ou biológica, facilita o acesso do ar ao tecido vegetal interno. Os radicais livres de oxigênio, forma em que esse elemento reage com mais facilidade com outras substâncias, são os maiores inimigos das plantas feridas.

A planta reage contra a ação destruidora dos radicais livres, produzindo substâncias de defesa. São produtos orgânicos (antioxidantes) que estabilizam os radicais livres, fazendo com que eles percam sua toxidez.

Quando esses produtos são induzidos por ferimento mecânico, são designados substâncias de estresse. Aqueles produzidos em consequência de uma invasão de microrganismos, como os fungos, são chamados fitoalexinas.

Essa teoria, elaborada por Otto Gottlieb, da Fundação Oswaldo Cruz (RJ), e Maria Auxiliadora Kaplan, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, diverge dos conceitos previamente veiculados pelos pesquisadores de ecologia bio-

química. Segundo seus autores, a teoria é mais abrangente.

Desde a década de 40, sabe-se da existência das fitoalexinas, produtos naturais que, juntamente com as substâncias de estresse, são denominadas substâncias indutivas por Gottlieb e Kaplan. Até agora, acreditava-se que essas substâncias funcionavam como fitotoxinas (produtos tóxicos excretados pelas plantas), na tentativa de impedir a proliferação de predadores. "O microrganismo que invade a planta

pela ferida não é o problema mais sério para ela e sim o oxigênio sob a forma de radicais livres", explica Kaplan. Mas a pesquisadora deixa claro que, se a planta não conseguir impedir a proliferação de microrganismos, o fungo predador excretará toxinas, que poderão matar o vegetal.

Segundo Gottlieb, essa nova teoria abre perspectivas para a busca e a descoberta de antioxidantes potentes e específicos, tarefa importante atualmente, por causa do uso crescente de fármacos dessa natureza no combate a uma série de enfermidades humanas.

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

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Marília Martins da Costa Cruz (secretária).

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UNERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Redação: Marília Mendes Pessoa (coord. editoria de texto); Soraya Araújo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada (edição de texto); Cássio Leite Vieira (coord. de jornalismo); Luísa Massarani (reporter); Micheline Nussenzweig (internacional).

Edição de Arte: João de Souza Leite (direção de arte); Ana Claudia Ribeiro, Christiane Abbade e Claudia Fleury (programação visual); Carlos Henrique V. dos Santos e Luiz Baltar (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), Neusa Luiza de S. Soares, Arino de Souza Dias, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Luciene de Santos Azevedo, Márcio de Souza.

Departamento Comercial e Assinaturas: Álvaro Roberto S. Moraes (diretor); Irani F. Araújo (secretária); Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva (atendimento ao assinante); Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Daniel V. dos Santos, Jorge Noé Lopes Carmo, Maria Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio G. Aguiar (expedição); tel.: (021) 295-6198.

Colaboraram neste número: Ricardo Menandro (edição

de texto); Elisa Sankuevitz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembek (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moysés Nussenzweig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Osvaldo Pochat Pereira (Dep. de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPPB), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise de Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Margareth Marmori - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luiz Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Jesus de Paula Assis, Afonso Baily, Marcelo Christoff, Maria Cristina Avelar,

Paulo Cesar Nogueira, Soraya Smaili, Gláucio C. Lobão - Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, 3º andar, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: **Porto Alegre:** Ludwig Buckup - Dep. de Zoologia, UFRGS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan - Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **Maceió:** Marize Primola Pedrosa - Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Praça Afrânio Jorge, s/n, CEP 57072-970, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho - Dep. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

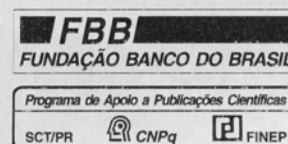
Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330.

Assinaturas para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

Editoração eletrônica: Ana Claudia Ribeiro (coordenação). **Fotolito:** Studio Portinati Matrízes Gráficas. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Publicidade: Rio de Janeiro: Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846, 295-6198, fax (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.



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* (1990-).

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) 34-7998/214-2879/255-8175, fax: (011) 36-1002.

Regionais: **AC** - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900-000, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134, fax: (068) 226-3017 (Reginaldo Fernando de Castela); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Agranio Jorge, s/nº, Prado, CEP 57010-000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 (Winston Menezes Leahy); **AM** - Depto. de Ciências da Saúde/INPA, C. Postal 478, CEP 69011-000, Manaus, AM, tel.: (092) 642-3377, r. 178/642, fax: (092) 642-3440 (Wanderli

Pedro Taddei); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-350, Salvador, BA, tels.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483 (Alberto Brum Novaes); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-2747, fax: (085) 243-2514 (Maria Sulamita de Almeida Vieira); **DF** - Depto. de Sociologia, Instituto de Ciências Humanas/UnB, Campus Universitário, CEP 70910-900, Brasília, DF, tels.: (061) 348-2788/348-2389 (Ana Maria Fernandes); **GO** - Departamento de Física/UFGO, C. Postal 131, CEP 74580-000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 168 (Fernando Pellegrini); **MA** - Depto. de Biologia/UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luís, MA, tel.: (098) 232-3360 (Murilo Sérgio Drummond); **MS** - Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Fundação UFMS, Campus Universitário, CEP 79069-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 751-1746 (Antonio Carlos Marini); **PA** - Depto. de Geofísica, Centro de Geociências/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001-000, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26, fax (091) 229-9677 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Dep. de Eng. Elétrica, Centro de Ciências e Tecnologia/UFPPB, Rua Agrário Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Depto. de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359; **PI** - Depto. de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64000-000, Teresina, PI, tel.: (086) 222-1211, r. 283 (Paulo Rômulo de Oliveira Frota); **PR** - Depto. de Métodos e Técnicas da Educação/UFPR, Rua General Carneiro, 460, sala 504, CEP 80060-150, Curitiba, PR, tel.: (041) 264-2511, r. 278 (Araci Asinelli da Luz); **Londrina** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051-000, Londrina, PR, tel.: (0432) 21-2000, r. 417/527 (Ilice Mara de Syllos Colus); **Maringá** (seccional) - Depto. de Biologia Celular e Genética/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tels.: (0442) 26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo Cezar de

Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Medicina Social/UNERJ, Maracanã, CEP 20559-900, tels.: (021) 284-8249 ou 284-8322, r. 2303 (Reinaldo Felipe Nery Guimarães); **RN** - Depto. de Arquitetura/UFRRN, C. Postal 1699-000, CEP 59072, Natal, RN, tel.: (084) 231-0664, fax: (084) 231-1699 (Ari Antonio da Rocha); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78999-000, Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-5622, fax: (069) 224-3093 (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Depto. de Zoologia/UFRRS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108 (Ludwig Buckup); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Matemática/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96010-900, Pelotas, RS, tel.: (0532) 25-3455 (Lino de Jesus Soares); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96200-000, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-3300 (Norton Mattos Giauqua); **Santa Maria** (seccional) - Depto. de Física/UFMS, Campus Universitário, CEP 97119-900, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 213 (Cláudio de Oliveira Graça); **SC** - Coordenação Especial de Farmacologia, CCB/UFSC, Rua Dr. Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015-420, Florianópolis, SC, tels.: (0482) 33-9491, fax (0482) 22-4164 (Therezinha Christina M. de Lima Nogueira); **SE** - CCET/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331 (José Daltro Filho); **SP** (subárea I) - Depto. de História, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 05508-000, São Paulo, SP, tels.: (011) 210-2217/210-2314 (Zilda Márcia Gricoli Iokoi); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 33-0011, r. 4125, fax: (0194) 22-5925 (Maria Lúcia Carneiro Vieira); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Educação/Unesp, Campus Universitário, CEP 18610-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 2232 (Alfredo Pereira Junior); **SP** (subárea III) - DCCV, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Rodovia Carlos Tonani, s/nº, km 5, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000 (Áureo Evangelista Santana).



APOIO ÀS UNIVERSIDADES PELA FINEP: LIÇÃO A SER APRENDIDA



O modelo de financiamento às pesquisas visando alargar as fronteiras do saber foi desenvolvido ao longo de 25 anos. Nos países em desenvolvimento, o modelo amadurecido nestes anos tem servido de base para muitas instituições. A presença da Finep se faz sempre nos segmentos mais distintos da ciência pura e aplicada. A qualidade do grupo de pesquisas é o marco da seletividade. O apoio contínuo e a seleção para a excelência têm sido a marca registrada da Finep. Os resultados são facilmente identificáveis e mensuráveis.

As idéias e os conhecimentos não podem ficar circunscritos aos limites da academia.

É preciso criar condições para a contínua expansão do conhecimento. Porém, necessitamos alimentar a sociedade com o potencial inestimável do saber para a solução de problemas que afetam o bem-estar e a segurança do indivíduo.

O planejamento estratégico aposta na crescente valorização do conhecimento e na importância de agregá-lo aos produtos oferecidos à sociedade.

A universidade, como sua fonte, é apoiada e continuará a sê-lo de forma intensa nos anos que se seguirão. O conhecimento será a alavanca para a mudança de nosso país.