REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 20 NÚMERO 117 / R$ 6,00

CIÊNCIA HOJE

A DECADÊNCIA DO cacau

Porque o Brasil testa vacina anti-AIDS

Usando lasers para separar isótopos de urânio

Descoberta galáxia gigante à nossa porta

Sushi ameaça pepinos-do-mar

SBPC

BAHIA AZUL

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

GOVERNO DA BAHIA

PROGRAMA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DA BAHIA - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E HABITAÇÃO.

Desemprego tecnológico

As modernas tecnologias permitem produzir mais com menos trabalho. Cresce o desemprego gerado pela modernização na indústria e na agricultura. Técnicos e trabalhadores de menor qualificação são substituídos por máquinas. O saber, que deveria aliviar a fadiga humana, hoje exclui e marginaliza. Para assegurar o salário, a força física já não basta. É preciso conhecer e operar máquinas complexas. O empregado tem que atualizar sua competência a cada dia.

A educação procura adaptar-se aos novos tempos (procura?), mas esbarra num problema: como formar os novos professores? O que eles devem saber e ensinar? Faltam textos, experiência e sobretudo mestres que ensinem aos professores. Há grande carência de professores de ciências no primeiro e no segundo graus. O salário não estimula. Mas, mesmo triplicado, resolveria o problema? Sabe-se que não.

As universidades, que deveriam formar e reciclar tais professores, movem-se com lentidão paquidérmica na atualização e aperfeiçoamento dos currículos, laboratórios experimentais e objetivos de ensino. As experiências renovadoras são raras. Ante mudanças tão radicais nos sistemas de produção, não caberia à universidade atuar também e diretamente na formação e reciclagem de técnicos e trabalhadores?

O desemprego tecnológico pousou no umbral da universidade. De lá, como o corvo de Poe, não sairá tão cedo.

Superar os desequilíbrios

A concentração da pesquisa na região Centro-Sul constitui desequilíbrio prejudicial ao avanço científico e tecnológico do país. Essa região reúne cerca de 65% dos doutores e 75% dos recursos para pesquisas e bolsas de pós-graduação. Ao restante do país sobra muito pouco.

A distribuição dos recursos entre grupos de pesquisa obedece a critérios de avaliação com base em trabalhos publicados, teses, titulação de cada pesquisador, prêmios, formação de novos pesquisadores etc. São parâmetros indispensáveis, mas insuficientes para definir prioridades. A criação e consolidação de grupos de pesquisa em diversos centros do país requer diretrizes e ações de fomento que considerem a complexidade do quadro política e universitária de cada centro. As avaliações que orientam os órgãos do governo em C&T parecem estáticas, alheias às razões da política e da economia. Comparam dados de desempenho em certo instante, isolando contexto e resultados.

A Universidade de Campinas não oferece as mesmas condições de pesquisa que a de Rio Branco. Mas nem é preciso ir tão longe. Basta comparar um grupo de excelência de hoje com o mesmo grupo há 10 ou 15 anos atrás, na mesma universidade, de acordo com os critérios atuais de concessão de recursos e bolsas: o de ontem, certamente, perderia... e não se tornaria o de hoje!

Implantar grupos de pesquisas em regiões periféricas, fora do eixo Rio-São Paulo, exige hoje coragem e esforço inusitados de quem a isso se dedica. Experiências bem-sucedidas apenas comprovam a gravidade da situação. Há imenso desperdício de tempo e recursos, talentos e estudantes, que, melhor orientados, poderiam contribuir para acelerar a formação dos técnicos e pesquisadores tão necessários ao país.

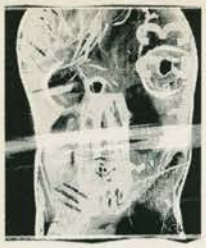
Exemplo emblemático é a primeira tese de doutorado da Universidade Federal do Espírito Santo. Preparada no Laboratório de Fisiologia Cardiovascular, ela tratou da hipertensão arterial e foi defendida em dezembro último. Foram necessários 13 anos para sua conclusão, a partir da constituição do grupo de pesquisa. A qualidade da dissertação atesta o excelente nível do grupo. Mas isto em nada contribuiu para que recebesse ao longo desses anos maior amparo das agências de fomento e da própria universidade. Poderiam ter sido cinco anos, se existisse mais apoio. Em 13 anos, as teses seriam 20. O caso dá uma idéia do tamanho dos desequilíbrios e desperdícios que devemos corrigir. Como?

Na Itália, também há distorções em regiões menos desenvolvidas. Tentando corrigi-las, o governo decidiu instalar laboratórios de pesquisa de alto nível em áreas como a Sardenha, ilha do Mar Tirreno. O maior entrave foi obter do Parlamento autorização para pagar salários de mercado aos pesquisadores contratados. Isonomias e obstáculos burocráticos, lá como aqui, dificultam iniciativas renovadoras. O Parlamento, inicialmente contrário, discutiu, entendeu e autorizou. O laboratório da Sardenha foi instalado e hoje trabalha com padrões científicos internacionais.

Entre nós, parece um anátema propor que bolsas e auxílios para pesquisadores e grupos de excelência, de institutos e universidades periféricas, sejam prioritárias no desembolso dos recursos e correspondam ao dobro do valor pago no Rio de Janeiro e em São Paulo. Por quê? Se a meta é criar centros de pesquisa de bom nível em várias regiões do país, esse seria um passo inicial exemplar. Ele sinalizaria a determinação, ainda inexistente no governo e na comunidade científica, de corrigir os desequilíbrios.

Apenas os incentivos financeiros não garantem o progresso da ciência no país. Sem criar condições estáveis e remuneração atraente, não vamos superar as deformações de nosso desenvolvimento em C&T, nem multiplicar pesquisas, pesquisadores e engenheiros antes do crepúsculo do Século XX.

OS EDITORES



CIÊNCIA HOJE
JAN/FEV DE 1996 VOL. 20 / Nº 117

EDITORIAL 1

CARTAS 4

RESENHA 8

Os autores do livro *Velhos e novos males de saúde no Brasil*, organizado por Carlos Augusto Monteiro, fazem, com sobriedade e competência, um diagnóstico preciso da situação da saúde no país.
Por Moacyr Scliar.

Os livros *Introdução crítica à sociologia brasileira*, de Alberto Guerreiro Ramos, e *A sociologia do Guerreiro*, de Lucia Lippi Oliveira, contribuem para resgatar um dos pensamentos mais aguerridos da sociologia no Brasil.
Por Maria Stella de Amorim.

UM MUNDO DE CIÊNCIA 12

Andrew Wiles, matemático inglês, confirma o 'Último Teorema de Fermat' (Pierre de Fermat, 1601-1665), conjectura que, durante séculos, desafiou gerações de estudiosos.

CRÔNICA 15

Inaugurando esta nova seção para textos leves sobre experiências muito pessoais, Luiz Pinguelli Rosa recorda seu último conversa com o físico Juan José Giambiagi, falecido no dia 8 de janeiro, e, a partir dele, reverencia outros cientistas argentinos também ligados ao Brasil.

TOME CIÊNCIA 16

Uma das causas da extinção de espécies de aves no Brasil Central é a fragmentação da floresta para o uso da terra em atividades agropecuárias, concluiram pesquisas do Departamento de Biologia Geral da UFMG sobre pássaros que vivem em áreas preservadas do cerrado.
Por Miguel Ângelo Marini.

Pesquisas revelam os efeitos sobre o meio ambiente provocados pelo uso dos fungicidas à base de cobre, nas plantações de cacau.
Por Josanidia Santana Lima.

Separando isótopos com lasers 22

Marcelo G. Destro, Nicolau A.S. Rodrigues, Rudimar Riva e Carlos Schwab
Nova técnica de separação de isótopos de urânio, baseado no uso de *lasers*, vem sendo estudada no Brasil. O projeto pode ampliar a capacitação tecnológica e a competitividade do país na área nuclear.

Cacau na Bahia: decadência e ameaça à Mata Atlântica 28

Keith Alger e Marcellus Caldas
Com a decadência da economia cacaueira, as últimas manchas da Mata Atlântica baiana estão ameaçadas de extinção. Pesquisas, no entanto, revelam a possibilidade de preservação da mata através dos próprios cacauicultores.

CIÊNCIA HOJE
JAN/FEV DE 1996 VOL. 20 / Nº 117

Pepinos-do-mar: sedimentos e cobiça 36
Jesús Eloy Conde
Alguns tipos de sushi são feitos com pedaços de animais, os holotúrios ou pepinos-do-mar, que vivem no lodo do fundo dos oceanos. Cientistas e defensores do meio ambiente de muitos países estão preocupados com a pesca descontrolada desses pequenos seres – base de cadeias alimentares muito importantes.

RECHERCHE CIÊNCIA HOJE

Há uma galáxia gigante à nossa porta 44
Galáxia de dimensões semelhantes às de Andrômeda foi descoberta próxima da Via Láctea. Renée C. Kraan-Korteweg, astrônomo do Observatório de Meudon, França, mostra como este fato pode mudar nossa concepção do universo.

ENTREVISTA 48
Ivar Giaever, criador de uma técnica de baixo custo que usa a eletricidade para diferenciar células normais de células cancerosas em culturas de tecidos, descreve suas pesquisas no campo da biofísica e revela o que elas podem significar na luta contra o câncer.

Capa: Foto Lena Trindade

CIÊNCIA EM DIA 51

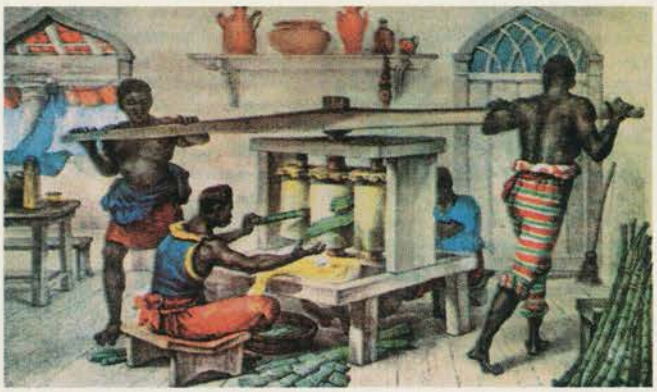
É BOM SABER 57
Para estudar os enigmáticos raios cósmicos que bombardeiam a Terra, dois observatórios serão construídos até o ano 2002. Um na Argentina, nos Andes, e o outro no Hemisfério Norte, em lugar ainda não definido.
O Brasil tem participação ativa no projeto.

Estudo de uma organização internacional de cientistas afirma que o Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP) é insuficiente, pois apenas impede o crescimento dos arsenais, e propõe uma convenção mundial que elimine em definitivo essas armas.
Por Fernando de Souza Barros.

Cientistas da Fundação Oswaldo Cruz defendem o programa de testes, coordenado pelo Ministério da Saúde, que o Brasil está realizando com produtos candidatos a vacinas contra a Aids.
Por Frits Sutmoller, Mariza Gonçalves Morgado e Vera Bongertz.

O Tratado de Paz dos Bálcãs, assinado em Paris em 14 de dezembro de 1995, após quatro anos de guerra, tenta pôr fim ao maior conflito bélico da Europa desde a Segunda Guerra Mundial. Ele cria duas federações: uma croata-muçulmana, outra sérvio-bósnia. Mas ainda há dúvidas de que garanta uma paz duradoura.
Por Francisco Carlos Teixeira da Silva.

CH • SERVIÇOS 67
Relatório de avaliação da Capes



O 'equívoco' de Debret e Rugendas

Refiro-me à reportagem 'Debret pisa na bola', publicada em *Ciência Hoje*, nº 101, que somente agora pude ler. Ali vocês citam a descoberta, por estudantes, dos erros em duas gravuras do século XIX, de Debret e Rugendas, em que os dois artistas renomados invertem os movimentos dos cilindros de moendas de cana em relação ao que ocorre na realidade.
A pergunta que fica no ar é: qual a razão disso?

Queria sugerir uma hipótese para esse 'equívoco', se me permitem. Em movimentos circulares, é comum haver uma ilusão óptica que nos leva a 'ver' a rotação no sentido inverso do real. É comum enxergarmos as rodas dos carros nas ruas movimentando-se em sentido contrário ao real devido à presença de frisos e outros adereços nas calotas que – não sei a razão, nos dão essa ilusão.

O mesmo efeito ilusório se dá quando observamos os movimentos de cilindros em torno de seu eixo, quando há frisos transversais ao eixo e principalmente quando eles forem hélices do tipo 'rosca sem fim'. Conheci alambiques de roça com moendas de madeira e de metal e percebi a existência de frisos desse tipo nos cilindros, principalmente nos de metal. Em cilindros de madeira desgastados pelo uso, é também possível ver frisos semelhantes, obviamente mais irregulares, causados pelo atrito (de fato, são 'riscos' feitos pela cana).

Assim, lanço a hipótese de que Debret e Rugendas se deixaram levar por essa ilusão óptica observável nos cilindros em movimento.
Na verdade, eles pintaram exatamente aquilo que viram, pois o que nosso córtex cerebral enxerga é a ilusão óptica (como no caso do cinema, em que temos a ilusão de movimento a partir de quadros estáticos projetados em seqüência rápida). Como artistas obcecados em documentar o que viam, eles foram literalmente mais realistas do que o rei...

Agradeço a atenção e a excelência de *Ciência Hoje*, de cuja assinatura (desde o nº 1) nunca me arrependi.
Márcio José de Aguiar Barbosa, Belo Horizonte, MG.

Drogas em questão

No final de 1988, *Ciência Hoje* publicou um excelente artigo intitulado "Drogas: qual é o problema" (nº 47, p. 56). Infelizmente a autora, prof. Jandira Masur, da Escola Paulista de Medicina, já falecida, não pode trazer sua palavra esclarecida sobre o assunto, que agora volta às páginas dos jornais com toda a força, muito sensacionalismo, e poucas informações realmente úteis. No artigo, ela reconhecia a urgência da discussão sobre a descriminalização da maconha, com a modificação da lei que, entre outras deficiências, não prevê a figura do usuário ocasional. Comentando a discussão que se trava no plano internacional sobre a descriminalização de *todas* as drogas, a professora apresentou um quadro comparativo dos prejuízos causados a curto e longo prazo por cinco delas: álcool, fumo, cocaína, maconha e heroína. Feitas as contas, a maconha mostrou-se a menos nociva.

Esta também é a opinião do prof. Sergio Henrique Ferreira, do Departamento de Farmacologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, pelo que se depreende do comentário que fez ao livro *Diamba Sarabamba. Coletânea de textos sobre maconha* (org. Anthony Henman e Oswaldo Pessoa Jr., Ed. Ground) em *Ciência Hoje*, nº 30. Em artigo incluído no livro, o médico Elisaldo Carlini, hoje Secretário Nacional de Vigilância Sanitária, defende a descriminalização do uso da maconha, embora esteja longe de apoiar a propagação do seu uso. Ambos – Carlini e Ferreira – advogam mais pesquisas sobre *Cannabis sativa*, para explicar o que é a maconha, como age, se é um vício que pode comprometer a saúde e a conduta pessoal, se é um meio de fugir à realidade ou um mero prazer. Questões que interessam não só aos usuários, como aos pais, às autoridades, aos cientistas pesquisadores. Só o que está claro até agora é que a punição do usuário não traz benefício nem a ele, nem à sociedade.
E que a criminalização vem servindo de pretexto, como diz Sergio Henrique Ferreira, para reprimir indivíduos ou minorias que questionam o poder estabelecido. Nesse discurso sobre a maconha, a palavra isenta e não preconceituosa da ciência é fundamental.
Paulo Hermes Silva, São Paulo, SP.

Revistas de Física

Desejo, faz algum tempo, adquirir a assinatura de *Ciência Hoje*, pois é a única que não é sensacionalista. Admiro o enfoque e a seriedade com que vocês abordam o tema ciência. Caso vocês possuam alguma outra revista que possam me

indicar, sobre Física, gostaria de adquiri-la.

Estudo Física por conta própria e gostaria de me associar a alguma organização científica. Tenho 20 anos e curso o 3º científico.
Eurimar Barbosa dos Reis, Copacabana, RJ.

Podemos indicar, no Brasil, a Revista de Ensino de Física, *publicada pela Sociedade Brasileira de Física (Caixa Postal 66.328, CEP 05389-970 – São Paulo, SP, tel.: (011) 818-6713 e 818-6922), e os* Cadernos Catarinenses de Ensino de Física, *do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (Caixa Postal 476, CEP 88.010-970 – Florianópolis, SC, tel.: (0482) 34-1000). Quanto a organizações científicas, você pode entrar em contato com o Clube de Astronomia do Rio de Janeiro (Av. Franklin Roosevelt, 39, sala 917, Caixa Postal 65.090, Rio de Janeiro), que se reúne toda última quarta-feira do mês no auditório da Academia Brasileira de Ciências, na rua Anfilófilo de Carvalho, nº 29, 3º andar. O clube promove palestras e sessões de observação do céu, publica o Boletim Astronômico e manda circulares para os sócios contando as novidades. Pode também se associar à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, a nossa SBPC. Você terá desconto na assinatura de* Ciência Hoje, Ciência Hoje das Crianças *e* Ciência e Cultura, *receberá duas vezes por mês o* Jornal da Ciência Hoje *e terá desconto também nas reuniões anuais e especiais da SBPC.*

Peixes

Sou estudante de biologia e leitora das publicações da SBPC. Estou fazendo uma pesquisa a respeito da visão e audição dos peixes e gostaria de saber se existe algum artigo sobre esse assunto em algum exemplar de *Ciência Hoje*, e como fazer para adquiri-lo.
Claudinéia Furtado, Diadema, SP.

Publicamos no nº 20 um pequeno artigo, 'A visão de cores nos peixes'. Como está esgotado, estamos lhe enviando um xerox.

Maciço ou massivo?

Leio na matéria 'Buracos Negros: ver para crer' (*Ciência Hoje*, nº 113, p. 14), o emprego de 'maciço' e 'massivo'. É curioso, porque massivo, a que foi atribuído o mesmo significado de maciço, não existe em nossa língua. Massivo é tradução estropiada do inglês *massive*. Tenho certeza de que na revista *Nature*, de onde a informação foi traduzida, aparece duas vezes o adjetivo *massive*, que o nosso autor traduziu inicialmente por maciço (certo) e logo em seguida por massivo (errado). Como explicar isso? Será que, na dúvida, ele resolveu arriscar as duas? Não seria melhor consultar o '*Aurélio*'?
Elisabeto Ribeiro Gonçalves, Belo Horizonte, MG.

Maciço – *refere-se a uma coisa compacta, com grande densidade, como um pedaço de ferro, em que a matéria está muito concentrada.* Massivo – *um neologismo científico que vem do inglês como o leitor observa, refere-se a qualquer sistema ou objeto com massa, sólido, líquido ou gasoso, isto é, até mesmo de pequena densidade. No caso, os buracos negros são ao mesmo tempo massivos e maciços. O leitor tem razão quando diz que a palavra não está no dicionário. Contudo, ela é usada por não existir em português um adjetivo com esse significado.*

Eucalipto e história

Lemos com prazer o artigo 'O vilão eucalipto derruba tabus', da autoria do sr. Itamar Cavalcante, publicado no suplemento *Technologia*, da revista *Ciência Hoje*, nº 112. De fato, o gênero *Eucalyptus*, como qualquer outro gênero florestal, pode representar impactos positivos ou negativos ao meio ambiente, quanto ao seu cultivo intensivo. Tudo depende da observância, das técnicas de planejamento florestal, de longa data conhecidas de botânicos e agrônomos. (...) O cientista, naturalista e botânico Frederico Guilherme de Albuquerque, nascido em 1839 na cidade de Rio Grande, notabilizou-se pela introdução e aclimatação de novas espécies da flora e da fauna exótica no Brasil, especialmente na cidade do Rio de Janeiro, onde faleceu em 1897. Entre as mais de 3.000 espécies cultivadas ou introduzidas por ele a partir de 1860 destaca-se o *Eucalyptus globulus*, cujas sementes obteve na Société d'Acclimatation de Paris, (...) e variedades de videiras européias, visando o estabelecimento de uma indústria e de uma escola de vitivinicultura no país. (...) Graças à sua dedicação e aos seus experimentos no campo da botânica aplicada à agricultura e à horticultura, recebeu em 1872 a Medalha de Prata da Société d'Acclimatation, além de outras distinções. (...) Liderou também a comissão que redigiu os estatutos para fundação da Sociedade Nacional de Agricultura, da qual foi o 1º Vice-Presidente Honorário.
Francisco T. de Albuquerque, presidente do Instituto Cultural Frederico Guilherme de Albuquerque, Niterói, RJ.

Faltaram os créditos

A foto de Marie Curie publicada em *Ciência Hoje*, nº 115, p. 13 faz parte da coleção do Museu do Laboratório Curie, em Paris. E as fotos dos prêmios Nobel de Química, F.S. Rowland, e de Física, Frederick Reines, no nº 116, foram cedidas pela Universidade da Califórnia, Irvine, EUA, da qual os dois são professores.

Informação e Território

*Bertha K. Becker**

Espaço geográfico é poder, e a informação sobre o espaço geográfico é um poder que envolve necessariamente uma porção apropriada e delimitada do espaço: o território. Este mais antigo princípio da Geografia Política está sendo reafirmado em novo patamar.

Historicamente, a informação sobre o domínio do espaço tem sido condição do poder do Estado. De início, condição da própria construção do Estado, em sua existência física e concreta – o território nacional –, o que implicava no controle de recursos naturais e de posições geográficas estratégicas. A seguir, condição também da governabilidade, ao permitir direcionar a ação sobre um coletivo social e orientar a disposição das coisas de modo mais conveniente para exercer o controle do território e alcançar os objetivos desejados. Esta primeira versão do *ordenamento do território* foi ampliada no segundo pós-guerra, quando o Estado acentuou seu papel de produtor do espaço, mediante a implantação de malha de duplo controle, técnico e político, reguladora e hierarquizadora do território nacional.

Hoje, novos atributos definem o valor estratégico do território, rompendo-se a exclusividade do poder do Estado sobre o território nacional. Tal redefinição se insere no contexto de profundas mudanças em curso no final do milênio, decorrentes da ação conjugada de dois elementos:

1. a revolução científico-tecnológica, especialmente o desenvolvimento da microeletrônica e dos meios de comunicação; ela cria nova forma de produzir, cuja matéria-prima é a informação, que se torna fonte de produtividade econômica, e não só de poder político;

2. a crise ambiental, que se constitui como o limite real à expansão das formas convencionais de produzir, impondo novos padrões de relação com a natureza e seus recursos, que exigem, igualmente, a ampliação da informação e do conhecimento.

Face às novas demandas, torna-se crucial a informação onde ela estiver, e não apenas no nível agregado do território nacional. Para as estratégias dos novos atores que comandam o processo de transformação territorial – tanto os atores da lógica da acumulação, os grandes bancos e corporações, quanto aqueles da lógica civilizatória, os movimentos sociais –, o que importa é a informação desagregada e flexível sobre o lugar, o que lhes permite atuar seletivamente.

Sua atuação é possibilitada pelas redes técnicas planetárias de telecomunicação, que respondem, a um só tempo, pela globalização e valorização seletiva das diferenças espaciais, pois, quanto menos importantes as barreiras espaciais, tanto maior a sensibilidade dos investimentos e da ação política à variabilidade dos lugares. Esse tipo de rede permite relação direta entre o local e o espaço transnacional "by-passando" as metrópoles e o Estado.

Assumindo que a essência da tecnologia é a velocidade acelerada, o significado histórico específico das novas tecnologias é a criação de nova estrutura de relações espaço-tempo. No que tange à lógica da acumulação, o valor econômico e estratégico – ou seja, as vantagens competitivas de um território em qualquer escala geográfica – decorre da velocidade de implantação da nova forma de produzir, para o que o acesso às redes de informação é condição essencial. Cumpre, contudo, ressaltar que suas vantagens competitivas não são determinadas pela tecnologia. Decorrem também das condições particulares do território em termos de seu estoque de natureza e de sua iniciativa política, ou seja, da capacidade de se organizar e de negociar sua inserção espacial.

O novo valor estratégico do território também se relaciona à redefinição da natureza pela nova forma de produzir. Por um lado, tenta ela se independentizar da base de recursos naturais utilizando menor volume de matéria-prima e de energia e produzindo novos materiais. Por outro lado, revaloriza os elementos da natureza, condicionada ao uso de novas tecnologias, como, por exemplo, fonte de informação (codificação da vida) para a biotecnologia e como possível matriz energética alternativa. Enfim, a natureza se valoriza como capital seja para a realização atual ou futura. É, portanto, uma forma de produzir menos predatória, que busca a melhoria de qualidade no uso do espaço.

Por sua vez, embora por motivações opostas, a lógica civilizatória, aquela dos valores sociais e culturais, converge para a valorização estratégica dos territórios. Ela se expressa na demanda de autonomia e projetos alternativos oriundos da sociedade local, mas articulados em alianças globais através das redes transnacionais. Novas territorialidades – estratégias que visam influir em ações a partir do controle de territórios – introduzem fortes diferenciações no território nacional, reduzindo o poder de controle do Estado sobre o conjunto do processo produtivo e sobre a sociedade nacional. Perda de controle que se manifesta, inclusive, na crise do planejamento centralizado, que se tornou incapaz de fornecer a informação acurada sobre os lugares – necessária a todos os atores – e de controlar as variáveis políticas do território.

Expressão e instrumento das mudanças em curso, surgiram as propostas de desenvolvimento sustentável que visam conciliar os conflitos dessa transição com a regulação do uso do território e o estabelecimento de nova relação sociedade-natureza condizente com a nova forma de produzir, segundo três princípios básicos:

1. eficácia, referente à nova racionalidade de poupança de recursos e incorporação de informação e tecnologia nos produtos e processos;

2. valorização da diferença, referente à identificação e potencialização das vantagens competitivas de cada território;

3. descentralização, constituindo nova forma de governo em parceria, que identificamos como gestão de território, que, ao incorporar a ciência e a tecnologia e as relações de poder, constitui expressão da nova relação público-privada.

A novidade histórica do novo modelo de desenvolvimento é que, embora seguindo esses princípios gerais, ele não pode ser transposto automaticamente para todos os lugares: fundamenta-se na valorização da diferença e nas vantagens competitivas de cada território.

Resulta dessas mudanças a conformação de territórios de múltiplos atores em diversas escalas geográficas, que trazem inscritos em si os resultados diferenciados de relações complexas, em termos da relação sociedade-natureza, das relações sociais localizadas e de suas redes de relações extralocais.

A informação sobre o território tornou-se vital para todos os atores, inclusive para o Estado. Deixando de ser o executor exclusivo do processo de desenvolvimento, o Estado, em contrapartida, acumula funções de coordenação e regulação crescentes, essenciais à passagem para novas formas de produzir.

Que lições desse aprendizado podem ser úteis para o Brasil? O processo de mudança assinalado está em curso no país. Maior nação tropical do planeta, o Brasil tem no território e na política territorial um dos fundamentos de sua legitimidade nacional. O território é certamente um trunfo para novo padrão de desenvolvimento economicamente eficaz, socialmente justo e não predatório da natureza.

É dotado de fantástico estoque de natureza – cuja expressão maior é a Amazônia – de avanços tecnológicos significativos, representados por redes de articulação interna e transnacional, e pela presença do maior parque industrial do hemisfério Sul, alcançados, contudo, às custas de grandes desigualdades sociais e regionais associadas à perda de recursos naturais por exploração predatória.

Como fazer uso inteligente do território como meio de acelerar a passagem para o novo padrão de desenvolvimento? O grande desafio que se coloca é o da *gestão do território* que, incorporando a ciência e, a tecnologia e a negociação política, pode romper em definitivo com a herança de um padrão histórico de desenvolvimento calcado na economia de fronteira – em que o progresso é entendido como crescimento infinito baseado na incorporação crescente de recursos percebidos como igualmente infinitos – e no autoritarismo.

Nessa transição a tarefa não é simples. Como e quais os recursos naturais a valorizar sem degradação ambiental, na medida em que a base de recursos é ainda uma condição essencial do desenvolvimento? Onde alocar os investimentos em infra-estrutura de modo a respeitar as diferenças, obter os maiores efeitos multiplicadores possíveis e conservar a natureza? Como fortalecer o pacto federativo e identificar seus parceiros essenciais – no nível das diferentes esferas governamentais, do setor privado e da sociedade civil –, de modo a viabilizar as mudanças necessárias? Que funções cabem à União e às instituições nesse processo, em que as múltiplas demandas não estão ainda explicitadas?

A informação precisa e flexível sobre o território é condição *sine qua non* desse processo. É a análise territorial que oferece a informação articulada dos processos de transformação nele inscritos, permitindo repensar seu uso segundo as grandes questões nacionais; efetuando o trânsito de análises globalizantes e abstratas para o nível concreto; reconhecendo as diferenças.

Se essas contribuições são da essência mesma da geografia, através de sua ferramenta básica – o mapa –, hoje esse potencial é incrivelmente potencializado pelas novas tecnologias. O sistema de informação geográfico (SIG) é a maior expressão da importância da informação sobre o território, na medida em que não se trata de inventário exaustivo e desarticulado, como freqüentemente se pensa, e sim da articulação e flexibilização da base de informação, atendendo às variadas demandas de atores, e em diferentes escalas gráficas.

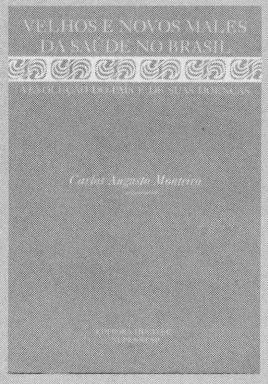
Indicações de mudanças em direção à gestão do território podem ser identificadas no Brasil. Uma política nacional integrada para a Amazônia Legal foi recentemente formulada com base nos princípios do desenvolvimento sustentável. O zoneamento ecológico-econômico, em que pese as dificuldades inerentes a esse difícil aprendizado, é sobretudo instrumento de informação integrada sobre o território, cuja finalidade é otimizar o uso do espaço pelos diferentes atores sociais e subsidiar as políticas públicas. Ao partir de contextos geográficos concretos, neles implementando políticas já territorialmente integradas, descarta-se o tratamento convencional setorializado, acelerando o tempo de execução e ampliando a escala das ações. Esforços bem-sucedidos vêm sendo efetuados para diagnosticar e ordenar a imensa faixa costeira do Brasil.

Finalmente, o Brasil tem instituição ímpar no mundo que associa a geografia e a estatística – a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –, em condições de produzir informação articulada sobre o território. Para tanto há que se reformular a instituição, deixando-se de produzir apenas a informação agregada ao nível do território nacional, para produzir também informação desagregada, capaz de atender às demandas de múltiplos atores e aos novos recortes territoriais que se desenham rapidamente no país em diferentes escalas, desde o Mercosul às comunidades amazônicas. Para essa reformulação, é essencial a parceria com os vários segmentos da sociedade.

** Departamento de Geografia,*
Laboratório de Gestão do Território (LAGET), UFRJ.

O **IBGE** promoverá o Encontro Nacional de Podutores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, no Rio de Janeiro, de 27 a 31 de maio de 1996.

Velhos e novos males da sáude no Brasil



Velhos e novos males da saúde no Brasil. A evolução do país e suas doenças. Carlos Augusto Monteiro, org. São Paulo, Editora Hucitec, NUPENS/USP, 1995.

O primeiro impulso que se tem ao terminar a leitura de *Velhos e novos males de saúde no Brasil* é de aplaudir a obra em pé. Sanitarista veterano, raramente tenho lido no Brasil textos de tamanha qualidade técnica. O que temos aí não é apenas um diagnóstico de saúde, é verdadeira radiografia no Brasil. E é, sobretudo, notável amostra do que pode o raciocínio epidemiológico, quando usado com sobriedade e competência.

Sobriedade e competência é o que não falta aos componentes do Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (Nupens/USP), coordenado pelo Dr. Monteiro e demais autores da obra. O conceito de epidemiologia (*epi*, sobre; *demos*, população) evoluiu rapidamente. No século passado era, simplesmente, o estudo das epidemias; o que equivale a considerar a meteorologia como o estudo das tempestades. Hoje os epidemiologistas estudam os fatores que condicionam o surgimento e distribuição dos agravos à saúde. São, para usar uma pitoresca e corrente expressão, médicos (ou melhor ainda, profissionais de saúde) que contam. Números em geral assustam, mas é difícil fazer epidemiologia sem eles. Particularmente sem aqueles classicamente aceitos como indicadores.

Indicadores não faltam em *Velhos e novos males*. Indicadores socioeconômicos, demográficos, nutricionais, indicadores de morbidade e mortalidade. Que nos trazem boas e más notícias.

As boas notícias: nas duas últimas décadas, houve grande redução das taxas de mortalidade infantil e melhora do estado nutricional; houve ganho de quase quatro centímetros na altura das crianças brasileiras que chegam à escola, a desnutrição de adultos diminuiu muito. "Conseguiu-se a eliminação de grandes e antigos males – a varíola e a poliomelite – e progressos notáveis foram obtidos no controle da tuberculose infantil, do tétano, do sarampo e das demais doenças preveníveis por vacinação. O flagelo da mortalidade por gastroenterites foi reduzido em mais de 60% no país e em mais de 90% em certas regiões."

Não se trata de fato tão surpreendente quanto parece. De maneira geral, melhora similar verifica-se em muitos países do Terceiro Mundo, e em particular na América Latina. É paradoxal, contudo, que parte do período analisado se refira à ditadura militar, quando, a par da repressão política, a concentração de renda aumentou brutalmente. Apesar disso, contudo, registrou-se moderada elevação da renda familiar, aumento da escolaridade e na oferta dos serviços de saúde, fatores a que se somaram a urbanização e a desaceleração do crescimento populacional. É particularmente ilustrativo o capítulo 10, que estuda a elevação da mortalidade infantil em São Paulo no período 1961-73. No início dos anos 70, o fato chamou bastante atenção e foi atribuído à deterioração das condições de vida resultante do regime ditatorial. Analisando o fenômeno em mais detalhe, Hilda Paulina P. Zuñiga e Carlos Augusto Monteiro, os autores deste capítulo, concluem que o aumento da mortalidade ocorria, basicamente, devido aos óbitos em menores de seis meses por diarréia. E levantam outra hipótese: o desmame precoce das crianças. Para isto, fazem estudo retrospectivo da prática do aleitamento materno no Município de São Paulo entre 1954 e 1985. A curva de evolução da mortalidade entre crianças de um a cinco meses é imagem especular da curva que mostra a freqüência de crianças amamentadas por período mínimo de dois meses. Nem mesmo a expansão da rede d'água parece anular os efeitos do desmame precoce, a não ser quando a mortalidade infantil começa a cair. Agora: é claro que a queda na prática do aleitamento materno deve-se a uma forma perversa de 'modernização', também surgida durante o regime militar e apoiada por este.

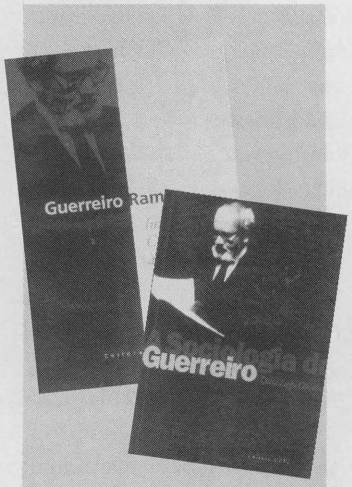
Também há más notícias neste livro. Algumas se referem às tradicionais pestilências. Deteriorou-se o programa de controle da tuberculose, que, quando comecei a trabalhar em saúde pública, era um dos orgulhos do Brasil. A prevalência de hanseníase continua alta, a malária recrudesceu na Amazônia, a leishmaniose continua a penetrar em área urbana, cólera e dengue foram reintroduzidos em várias regiões. Além disso, surge "nova agenda de saúde pública": doenças do coração, câncer, obesidade, violências e acidentes, doenças do trabalho, AIDS. As três primeiras situações eram, até pouco tempo, vistas – resignadamente – como inevitáveis conseqüências do 'progresso'. Vivendo mais, as pessoas estariam sujeitas a doenças que matam em fases avançadas da vida; dispondo de mais comida, engordariam. Mas um exame melhor dos fatores associados com esses agravos mostram que fazem parte de um 'estilo de vida' que

nada tem de sadio e muitas vezes é induzido por interesses poderosos. A trajetória epidemicamente ascendente do câncer de pulmão é exemplo disso, como é a explosão de mortes violentas na população jovem das grandes cidades. Em suma: ainda não nos livramos dos antigos problemas e já estamos enfrentando outros. Num e noutro caso, estamos mal preparados. Se é verdade que, como apontam os autores, houve grande expansão da rede assistencial, não é menos verdade que essa rede apresenta-se desorganizada e mal aparelhada para enfrentar os enormes desafios colocados pela conjuntura da saúde. Os autores não têm fórmula mágica – ninguém tem –, mas também não se mostram desesperançados: a situação pode melhorar, às vezes de forma inesperada, como mostra a evolução do padrão alimentar: "Ainda que não intencionalmente, e esse é o registro desfavorável, mudanças no perfil da produção agrícola e na estrutura de alimentos, induzidas por políticas de governo, levaram a que a população brasileira gradualmente substituísse a banha de porco por óleos vegetais e a manteiga pela margarina, condições que determinaram a redução na ingesta de colesterol e melhor equilíbrio na relação entre diferentes ácidos graxos."

Carlos Augusto Monteiro e seus colaboradores – Alberto M. Torres, Ana Lúcia M. de Souza, Antonio B. M. Camargo, Barry M. Popkin, Cássia M. Buchalla, Cecilia A. de Lolio, Celso C. da Silva Simões, Clarissa de L. Nazário, Eduardo H. Carmo, Eliseu A. Waldman, Hilda P. Pino Zuñiga, Lenise Mondini, Luís P. Ortiz, Luiz A. M. Fonseca, Luiz Jacinto da Silva, Maria A. A. Cardoso, Maria H. D'Aquino Benicio, Mauricio L. Barreto, Neide L. Patarra, Nelson da C. Gouveia, Paulo A. Lotufo, Roberto F. Iunes, Ruy Laurenti, Tereza E. da C. Rosa e Victor W. Filho – deram grande contribuição à saúde pública brasileira. A existência de tão brilhante grupo é a melhor notícia que o livro traz.

Moacyr Scliar
Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre.

Guerreiro Ramos: deuses e demônios na sociologia brasileira



A Sociologia do Guerreiro. Lucia Lippi Oliveira. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.
Introdução crítica à sociologia brasileira. Guerreiro Ramos. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.

Estamos reproduzindo, na íntegra, o texto da resenha escrita pela professora Maria Stella de Amorim, para reparar os erros que cometemos, inadvertidamente, ao resumi-lo e publicá-lo, na última edição de Ciência Hoje, *sem o indispensável conhecimento da autora.*

A Editora da UFRJ contribui para resgatar um dos pensamentos mais aguerridos da sociologia, publicando *Introdução crítica à sociologia brasileira*, de Alberto Guerreiro Ramos e *A sociologia do Guerreiro*, de Lucia Lippi Oliveira.

O primeiro, editado em 1957 – como os demais livros e escritos de Guerreiro Ramos dos anos 50 e 60 – achava-se esgotado, o que impossibilitava acesso à obra deste sociólogo pouco convencional, crítico contundente, militante e profético. Na primeira parte do livro encontra-se análise original do pensamento social brasileiro de 1870 a 1930, demonstrando o fracasso na elaboração de uma teoria politicamente orientada para a realidade nacional, herança que não concedera ao presente as bases para a ação política comprometida com o desenvolvimento econômico, com a autodeterminação do país e com a construção da nação.

A segunda parte reedita a *Cartilha brasileira do aprendiz de sociólogo* (publicada pela primeira vez em 1954), escrita a propósito de incidente ocorrido no II Congresso Latino-americano de Sociologia, realizado de 10 a 17 de julho de 1953, no Rio de Janeiro e em São Paulo, ocasião em que Guerreiro Ramos obteve dos participantes acesa rejeição de um documento de sua autoria, contendo sete recomendações para os sociólogos latino-americanos, propondo atitudes 'sociologicamente corretas' em favor da industrialização nacional, do desenvolvimento econômico e da autodeterminação dos países da região. Concebeu esta derrota como vitória da sociologia 'enlatada' sobre a sociologia 'dinâmica', da 'alienação' sobre a 'autoconsciência', da 'transplantação' sobre a 'autenticidade intelectual', da sociologia 'consular' da beca sobre a sociologia 'em mangas de camisa', dos estudos minudentes – de nível local e de folk – sobre a industrialização como cate-

goria heurística abrangente, capaz de levar a compreender o desenvolvimento nacional. A rejeição, vista como demoníaca, leva-o a profetizar os caminhos sagrados do engajamento para os aprendizes do ofício de sociólogo na fase em que se encontrava o país, nos anos 50.

O tema da 6ª recomendação ao Congresso – integração de etnias (negros e índios) na economia e na cultura dos países latino-americanos – mereceu trato especial no décimo capítulo da *Cartilha*, que se encerra com um ensaio sobre "O problema do negro na sociologia brasileira", onde o autor assume com honrosa autenticidade a própria experiência do *nigersum*:

"Sou negro, identifico como ***meu*** *o corpo em que meu eu está inserido, atribuo a sua cor a suscetibilidade de ser valorizada esteticamente e considero a minha condição étnica como um dos suportes do meu orgulho pessoal – eis aí toda uma propedêutica sociológica... para a elaboração de uma hermenêutica da situação do negro no Brasil"* (p. 199).

A terceira e última parte de *Introdução crítica à sociologia brasileira* documenta a militância de Guerreiro Ramos no movimento da negritude, ao lado de Abdias do Nascimento, seu amigo e fundador do Teatro Experimental do Negro (1944) e dá continuidade à exploração da hermenêutica que rompe com o preconceito racial, creditando-o a uma patologia social específica do branco brasileiro. Em apêndice, constam duas entrevistas do autor (concedidas em 1954 e em 1956, respectivamente à *Última Hora* e à revista *Marco*) avaliando sua posição na sociologia brasileira.

À guisa de apresentação, dois artigos enriquecem o início do livro. Clóvis Brigagão reúne os trabalhos do sociólogo até então dispersos, registrando-os e agregando comentários úteis para o leitor interessado, e Joel Rufino dos Santos apresenta o autor na perpectiva visualizada a partir do negro como lugar na sociedade.

O polêmico intelectual é homenageado por Lúcia Lippi Oliveira com *A Sociologia do Guerreiro*, que faz a reconstrução do contexto sócio-político-cultural por ele vivido e analisa sua trajetória pessoal, com vista a universalizar a experiência particular do sociólogo, até então deixado no esquecimento, entre outras razões, por ter se insurgido contra os moldes da institucionalização das Ciências Sociais no Brasil e ter desprezado a academia. Lúcia retoma temas e trabalhos de Guerreiro, concedendo, no capítulo dois, destaque para *A redução sociológica* (1958, esgotado), por ele considerada expressão de um momento particularmente significativo de sua carreira, quando atribui tríplice sentido à "redução": (a) assimilação crítica da ciência e da cultura exógena; (b) habilitação para resistir à massificação da conduta e às pressões sociais organizadas e (c) superação da ciência social vigente nos meios institucionais e acadêmicos. A primeira prescrição é desenvolvida em *A redução* e as duas outras em trabalhos posteriores.

Sem fazer promessa de fidelidade, Lúcia Lippi presta seu tributo ao guerreiro, reconhecendo-lhe talento e atualidade em questões como "que país é este?" e "qual o papel das elites intelectuais nesta sociedade?", por ele formuladas e respondidas através da sociologia como saber de salvação, ou como profecia, que, segundo a autora, são marcas impressas em toda a obra de Guerreiro Ramos. Anexa à publicação encontra-se uma entrevista concedida ao Cpdoc em 1981 (pouco antes de falecer) e que ocupa o terço final do livro. Nela, revela-se uma pessoa cheia de irreverência e de afetividade, diante de quem manifestações de apreço e de rejeição afloram, reações que também lhe foram endereçadas em vida e que certamente não ficarão neutralizadas nos futuros leitores.

Baiano, nascido em 1915 em Santo Amaro da Purificação, Guerreiro Ramos veio de Salvador com o curso de direito interrompido para estudar ciências sociais na FNFi da Universidade do Brasil e prosseguir sua formação jurídica na Faculdade de Direito do Rio de Janeiro (hoje UERJ), tendo concluído as duas graduações respectivamente em 1942 e 1943.

Católico desde a infância, manteve à religião até a morte. Integralista na juventude, recebeu influência marcante de Jacques Maritain, Ortega y Gasset e Heidegger. Após bacharelar-se, foi indicado para professor assistente nas cátedras de sociologia e de ciência política da FNFi, mas acusado injustamente de colaboracionista – contra ele próprio na entrevista ao Cpdoc – viu preterido seu nome pelo então diretor, Santiago Dantas, que optou pela indicação de dois outros jovens: Victor Nunes Leal, para ciência política, e Luiz de Aguiar Costa Pinto, para sociologia. Victor chegou a realizar concurso e assumiu a cátedra de ciência política, mas Costa Pinto, embora o mais destacado mestre da sociologia, não teve a mesma oportunidade na disciplina, cuja cátedra era ocupada interinamente por Hildebrando Leal, não se tendo realizado nela qualquer concurso para catedrático antes de 1980. Ter sido rejeitado nas indicações entristeceu Guerreiro Ramos, mas logo depois ele obteve nomeação para técnico de administração do Dasp, em 1943.

Na maturidade foi influenciado principalmente por Durkheim, por Weber, por Mannheim e mais tarde pelo marxismo. Sua preferência por Weber é particularmente declarada e notória: desperta o interesse pela administração e motiva os *insights* a respeito das íntimas relações entre esta e a política. O desencanto com a ordem preestabelecida e a dimensão

profética para mudá-la são também inegáveis frutos de estirpe weberiana.

Guerreiro travou intimidade com o poder em 1951, quando exerceu acessoria econômica na Casa Civil, durante o segundo governo Vargas. Nesse período participou do 'grupo de Itatiaia', cidade em que se reuniam informalmente intelectuais do Rio e de São Paulo para estudar problemas brasileiros. Desse grupo originou-se o Ibesp (Instituto Brasileiro de Economia, Sociologia e Política), criado como entidade privada destinada a divulgar idéias e estudos sobre o Brasil, através de atividades culturais, dentre elas a edição da revista *Cadernos do Nosso Tempo*. Posteriormente o Ibesp foi incorporado pelo MEC, que o extinguiu para criar o Iseb (Instituto Superior de Estudos Brasileiros) em 1955. Guerreiro Ramos, Hélio Jaguaribe, Cândido Mendes e Roland Corbisier participaram dessas experiências culturais e prosseguiram juntos no Iseb. Contudo, ainda se desconhecem os nomes e as idéias de todos os participantes do 'grupo de Itatiaia' e do Ibesp (na fase privada e na pública, que durou pouco tempo).

O pensamento de Guerreiro Ramos ganha expressão no Ibesp e alcança plena divulgação no Iseb, depois de 1955, embora ele fosse professor fundador da Ebap (Fundação Getúlio Vargas), desde 1952. Em 1958 desligou-se do Iseb juntamente com seu amigo e companheiro Hélio Jaguaribe e dedicou-se à política partidária.

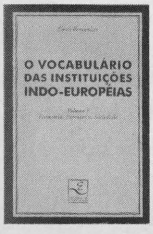
Após a morte de Vargas, Guerreiro Ramos havia se aproximado de João Goulart, tendo participado da campanha presidencial que levou este a vice-presidente de JK. Filiou-se ao PTB, candidatou-se a deputado federal e foi eleito suplente, tendo exercido mandato legislativo de agosto de 63 a abril de 64, quando teve os direitos políticos cassados. Exilado nos Estados Unidos, tornou-se professor na *School of Public Administration, University of Southern California*, instituição a que pertenceu de 1966 a 1982, ano em que faleceu em Los Angeles, EUA.

Guerreiro Ramos é antes de tudo um pensador datado na ciência social brasileira e representou a própria consciência crítica desta ciência nos anos 50. Ao problematizar o sentido do conhecimento social então produzido, construiu os enfoques que julgava adequados àqueles tempos e desconstruiu objetos que estavam arraigados na visão costumeira a eles endereçada. Exemplos disto são a redução sociológica e o problema do negro.

Com a publicação de *Introdução crítica à sociologia brasileira* e de *A Sociologia do Guerreiro*, a Editora da UFRJ contribuiu para que o público possa conhecer e analisar o pensamento de Guerreiro Ramos e as peculiaridades de seu tempo, um período de luzes e de trevas que antecedeu o golpe militar de 1964.

Maria Stella de Amorim
Professora Titular de Sociologia do IFCS/UFRJ e da Pós-graduação em Direito da UGF.

E S T A N T E



Vocabulário das Instituições Indo-Européias, vol. I.

Émile Benveniste. Campinas, Editora da Unicamp, 1995.

O indo-europeu define-se como família de línguas oriundas de uma língua comum, diferenciadas por separação gradual. É acontecimento global, que com o decorrer dos séculos vai se decompondo numa série de histórias distintas, cada qual referente a uma língua particular. O livro de Émile Benveniste resultou de pesquisas sobre o vocabulário indo-europeu. Entre as línguas do mundo, as da família indo-européia prestam-se às investigações mais extensas no tempo e no espaço. Elas estenderam-se da Ásia Central ao Atlântico e têm idade comprovada de quase quatro milênios. Estão ligadas a culturas de níveis diferentes, mas todas muito antigas e algumas situadas entre as mais ricas que já se conheceram. Por fim, várias dessas línguas produziram literatura abundante e valiosa. Por isso também, foram por muito tempo objeto exclusivo da análise lingüística.

Einstein e o Brasil

Ildeu de Castro Moreira e Antonio Augusto Passos Videira (org.). Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 1995.

Em 1995, ano em que se comemora os 90 anos de publicação dos trabalhos de Albert Einstein, a Editora da UFRJ lançou uma coletânea com artigos do próprio Einstein e de seus contemporâneos. Os textos analisam a vida do cientista, sua personalidade, contribuições científicas e humanísticas. Além da homenagem à Einstein, o livro relembra a expedição científica a Sobral, no Ceará, para observação de um eclipse solar. Os resultados das medidas astronômicas ali realizadas conduziram a uma importante confirmação experimental da teoria einsteiniana da gravitação e transformaram Einstein, no ambiente posterior à Primeira Guerra, em uma personalidade mundialmente conhecida e aclamada. Um caderno especial de ilustrações, além de fotos da expedição a Sobral, mostra Einstein em vários momentos no Rio de Janeiro.

Fermat confirmado 350 anos depois

A edição de maio de 1995 da revista *Annals of Mathematics*, publicada pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de Princeton, nos Estados Unidos, tem apenas dois artigos, mas em breve poderá ser considerada peça de colecionador. Ela traz a solução definitiva da famosa conjectura conhecida como 'Último Teorema de Fermat' (UTF), que, desde 1637, assombra gerações de matemáticos:

> *A equação* $a^n + b^n = c^n$ *não tem soluções inteiras positivas se* **n** *for maior que* **2**.

O nome dado ao problema – a última das questões levantadas por Fermat, que ainda não havia sido resolvida – era, na verdade, impróprio, pois não se tratava de teorema (até que fosse demonstrado), e sim de conjectura (afirmação apresentada sem prova). Pode parecer fácil formular algo desse gênero, mas isso é tão ou mais difícil que demonstrar um teorema: a conjectura válida deve resistir igualmente aos que tentam desmenti-la (caso contrário é banal) e aos que procuram demonstrá-la (caso contrário deixa de ser conjectura).

A genialidade, ou a sorte, de Pierre de Fermat (1601-1665), advogado em Toulouse (França) e matemático amador, dedicado à teoria dos números, foi ter proposto uma conjectura extremamente simples mas com tal grau de interesse que redes de supercomputadores operando programas propostos pelos mais brilhantes cérebros da ciência da computação não conseguiram refutá-la para nenhum expoente n menor ou igual a 125.000.

Com ou sem computadores, gerações de matemáticos geniais tentaram em vão enquadrar o UTF dentro dos cânones da teoria matemática, usando não só recursos da teoria dos números mas quaisquer argumentos matematicamente aceitáveis. Pequeno ensaio de Manfred Schroeder, da Universidade de Göttingen, na Alemanha – *The Mathematica Intelligencer*, v. 16, n. 4, pp. 19-20, 1994 –, por exemplo, mostrava que, se a conjectura falhasse para algum expoente n, este deveria ser da ordem de 10^{152} – ou seja, o número 1 seguido de 152 zeros.

O primeiro dos dois artigos do *Annals of Mathematics*, assinado pelo inglês Andrew Wiles, da Universidade de Princeton, contém sua primeira tentativa de solução do UTF, em 1993 (ver 'Último Teorema de Fermat', em *Ciência Hoje* nº 92). O segundo, assinado por Richard Taylor e pelo próprio Wiles, corrige falha daquela primeira tentativa. Juntos, em 130 páginas, os dois artigos fornecem a comprovação definitiva do UTF e ainda trazem resultados muito mais profundos e importantes para questões que envolvem curvas elípticas.

O acontecimento chave que levou Wiles a voltar a se interessar pelo UTF foi uma conferência de Gerhard Frey no Instituto de Matemática de Oberwolfach, na Alemanha, em 1985. Frey sugeriu que curvas elípticas originadas de possíveis contra-exemplos ao UTF não poderiam ser modulares (no sentido matemático), e, no ano seguinte, Kenneth Ribet, da Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos, provou esse resultado, seguindo idéias de Jean-Pierre Serre. Ribet mostrou que uma conjectura proposta nos anos 50 pelos japoneses Goro Shimura e Yutaka Taniyama – *toda curva elíptica definida sobre os números racionais é modular* – implicaria logicamente a conjectura de Fermat. Assim, a prova da conjectura de Shimura e Taniyama (ainda que parcial) seria também prova do UTF, porque mostraria que curvas elípticas originadas das equações de Fermat são modulares.

Os cientistas – e matemáticos não são exceção – às vezes trabalham simultaneamente em problemas 'oficiais', ou seja, os bem vistos pela comunidade estabelecida, e em problemas pelos quais se apaixonam, mesmo não sendo considerados suficientemente sérios. A prova de Ribet propiciou um desses casos felizes em que um problema favorito adquire certificado de seriedade. Ele trouxe novo *status* ao UTF, evidenciando não só a dificuldade da conjectura de Shimura e Taniyama, com a qual os matemáticos lutavam há cerca de 40 anos, mas também o caráter profundo do UTF, que o diferencia de mera curiosidade aritmética.

Wiles explica detalhada-

mente o caminho que tomou a partir da prova de Ribet, usando a experiência adquirida em suas tentativas anteriores. Em seguida, porém, admite ter percebido, alguns meses depois de apresentar o esboço da teoria (em três conferências em Cambridge, Inglaterra, de 21 a 23 de junho de 1993), "que a construção do sistema de Euler usado na extensão do método de Flach estava incompleta e possivelmente errada." O sistema, que leva o nome do suíço Leonhard Euler, consiste em encontrar certa classe de objetos matemáticos que permitem obter limites para desigualdades envolvidas na tentativa de prova de Wiles. Essa construção – que tem relação com trabalhos do brasileiro de origem boliviana Francisco Thaine – era crucial no caminho seguido por Wiles, mas continha um erro.

Sem conseguir reparar o defeito em sua argumentação sobre o sistema de Euler, Wiles convidou seu ex-aluno Taylor para tentar encontrar a falha. Este também não teve êxito, mas mostrou-se convencido de que o erro podia ser corrigido, o que fez Wiles "dar uma última olhada" em sua tentativa de generalizar o método de Flach para, pelo menos, "formular mais precisamente a obstrução". Wiles conta então ter obtido, inesperadamente, em 19 de dezembro de 1994, "uma revelação maravilhosa", encontrando "a chave que faltava" à idéia que havia abandonado alguns anos antes.

Evidenciando que a atividade científica tem sempre grande componente social, Wiles agradece efusivamente a seu colega Darmon por tê-lo encorajado a reconsiderar o antigo argumento: "Embora não tenha prestado atenção ao conselho naquele tempo, ele seguramente deixou marcas." Ao provar que *determinadas curvas elípticas definidas sobre números racionais (as denominadas semi-estáveis) são modulares*, o trabalho original de Wiles, complementado pelo trabalho que escreveu com Taylor (eles desenvolveram juntos os detalhes da correção), demonstra um resultado bastante profundo, mas a complementação da conjectura de Shimura e Taniyama – ainda não inteiramente resolvida – exigirá muito esforço conjunto. No futuro, podem surgir outras provas do UTF, muito mais simples que a de Wiles. Isso geralmente acontece com provas matemáticas muito complexas, e seria algo interessante nesse caso.

Walter Alexandre Carnielli
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de Campinas.

* *Annals of Mathematics*, v. 141, nº 3, maio de 1995.

NOTAS

A molécula do ano, segundo a *Science*

Famosa hipótese de Albert Einstein foi enfim confirmada no final de 1995, após 70 anos de buscas que envolveram inúmeros físicos. Trata-se da chamada condensação de Bose-Einstein, organização peculiar das moléculas de um gás que ocorre a baixíssimas temperaturas, apontada como novo estado da matéria. Obtida por pesquisadores do National Institute of Standards and Technology e da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, a confirmação dessa previsão de Einstein foi escolhida pela revista *Science* como a 'Molécula do ano'. A revista da Associação Americana para o Avanço da Ciência costuma dar essa distinção à descoberta científica que considera a mais importante do ano.

A condensação de Bose-Einstein é arranjo da matéria derivado da teoria quântica, que define as unidades básicas da energia, da luz e da própria matéria (ver 'A condensação de Bose-Einstein', em *Ciência Hoje* nº 111). Do desenvolvimento dessa teoria participaram grandes físicos, de Max Planck, Niels Bohr e Albert Einstein a Louis-Victor de Broglie, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, Enrico Fermi e Paul A. M. Dirac. Quando aceitou-se que certas partículas subatômicas comportavam-se ao mesmo tempo como corpúsculos e como ondas, algumas inconsistências nas teorias da física clássica sobre a estrutura atômica puderam ser explicadas através de equações referentes a sistemas de ondas – equações da mecânica quântica.

Em 1924, o jovem físico indiano Satyendra Nath Bose enviou a Einstein um trabalho sobre a radiação térmica como gás ideal de fótons, pedindo ao físico que, se o considerasse bom, o recomendasse para publicação. Einstein atendeu o pedido, elogiando Bose e

prometendo generalizar seus resultados para um gás ideal quântico não-fotônico. Ao cumprir a promessa, pouco depois, o físico previu a existência, a baixíssimas temperaturas, de um estado em que os átomos obedeceriam apenas às leis quânticas, e não às da física clássica. Em um gás em estado normal, os átomos movem-se aleatoriamente em todas as direções, mas no estado condensado o movimento de cada um ocorre em sincronia, com a mesma velocidade e direção para todos os átomos. Esse estado, antes apenas percebido pelos cientistas em alguns fenômenos, foi agora confirmado em átomos de rubídio presos entre campos magnéticos e supercongelados, o que permitirá o estudo de suas propriedades.

Science, vol. 270, pp. 1.901-1.903 (22/12/1995).

A energia da supersimetria

Além da produção de átomos de anti-hidrogênio, o Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN) conseguiu outra proeza no final de 1995. Obteve, em um de seus aceleradores de partículas, realizar colisões entre elétrons pósitrons (antielétrons) a 130 bilhões de elétrons-volts (130 GeV), a mais alta energia já alcançada em equipamentos desse tipo. Esse nível energético abre a porta para a descoberta de novas partículas, necessárias para explicar algumas questões ainda em aberto relacionadas com o atual Modelo Padrão das partículas elementares.

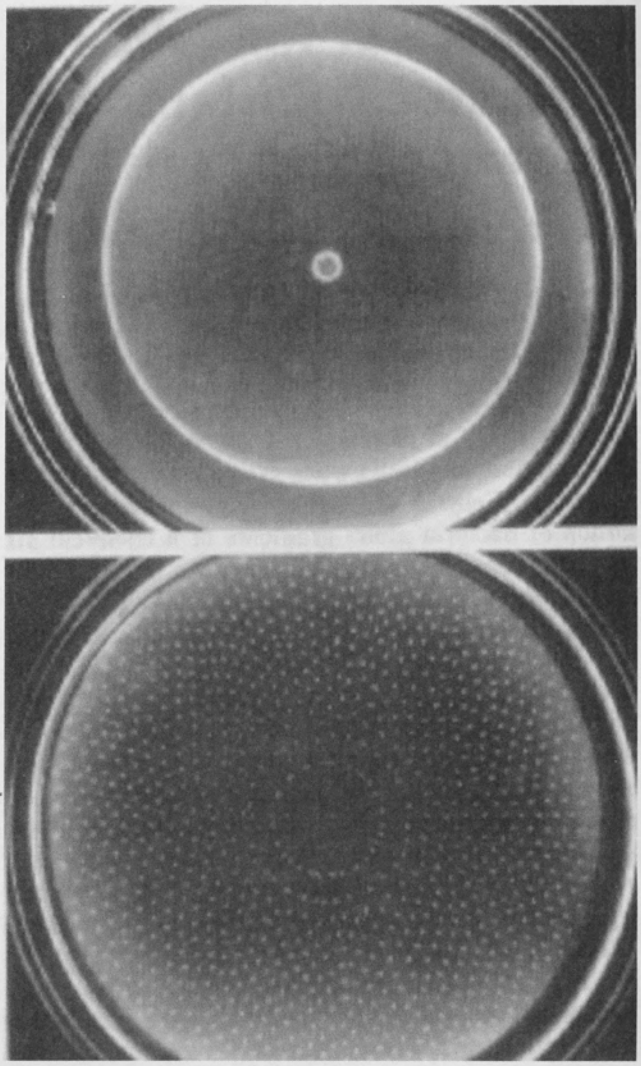
Durante seis anos, o Large Electron-Positron Collider (LEP) do CERN foi usado para o estudo de partículas – os bósons Z, W^+ e W^- – envolvidas na chamada interação fraca (a força de atração entre prótons e elétrons). A instalação de 16 novas unidades de aceleração no LEP aumentou para 60 o total dessas unidades, responsáveis pelo aumento da velocidade – e portanto da energia – das partículas usadas nas colisões, permitindo a obtenção dos inéditos 130 GeV.

Com esse novo patamar energético, os cientistas tentarão confirmar a existência das partículas supersimétricas, previstas teoricamente. A hipótese é a de que, para cada partícula hoje conhecida, exista uma 'parceira' supersimétrica – isso resolveria algumas das questões levantadas pelo Modelo Padrão. Para verificar se a idéia da supersimetria está correta, o novo LEP já está sendo utilizado na busca de uma das mais leves partículas supersimétricas, já batizada de *chargino*.

Multiplicação de bactérias segue padrão geométrico

Ao se multiplicar em determinados substratos, a partir de um ponto isolado, a bactéria *Escherichia coli* gera colônias em que os indivíduos unicelulares movem-se e agregam-se formando figuras geométricas estáveis e regulares. O modo como esses padrões se desenvolvem foi demonstrado pelos pesquisadores Elena O. Budrene, da Universidade de Harvard, e Howard C. Berg, do Instituto Rowland para a Ciência (Cambridge, EUA). Essa organização espacial das colônias deve-se à quimiotaxia das bactérias, ou seja, à tendência que estas têm de mover-se sob a influência química de substâncias que elas mesmas produzem. Segundo os cientistas, o padrão geométrico, de longo alcance, surge a partir da interação entre dois agregados estruturais básicos, que envolvem muitos indivíduos: anéis radiais (que se expandem) e agregados em focos (de menor mobilidade). O desenho observado em cada colônia resulta da dominância alternada dessas duas estruturas, e o padrão geométrico varia, de modo sistemático, de acordo com o tempo em que cada um dos agregados permanece ativo. Esse tempo, por sua vez, é determinado pela concentração inicial do substrato onde ocorre a multiplicação.

Nature, vol. 376, p. 49 (6/7/1995).



Padrões gerados por indivíduos unicelulares de *Escherichia coli.*

NOSSAS DÍVIDAS COM CIENTISTAS ARGENTINO-BRASILEIROS

LUIZ PINGUELLI ROSA
Coordenação de Programas de Pós-graduação e Engenharia (Coppe)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Perto do último Natal, conversei por telefone com Juan Jose Giambiagi – J.J., como o chamávamos, para distinguir do irmão Mário, outro argentino radicado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Além da doença, que o incomodava e que pouco depois o vitimou, para nossa tristeza, falou da situação econômica e criticou o presidente argentino, Carlos Menem. Incumbiu-me de uma tarefa junto ao Carlos Alberto Aragão, presidente do Centro Latino-Americano de Física (CLAF), na área de engenharia, assunto que atraía sua atenção, embora fosse um físico teórico.

Atuante até os últimos meses de vida, enviando trabalhos à publicação, deu importantes contribuições à teoria quântica dos campos. Lembro-me estudando, antes de conhecê-lo pessoalmente, seu trabalho com Carlos Bolini sobre regularização dimensional, para resolver integrais de campos no espaço-tempo quadridimensional, em que supunha a dimensão contínua e calculava o limite em que esta tendia a quatro. O virtuosismo daqueles cálculos me impressionava. Recordo-me dele, depois, em Trieste, como cicerone meu e de Zieli Thomé, hoje responsável na Coppe pelo projeto de colaboração com o Centre Européen de Recherches Nucléaires (CERN). Estávamos no International Center for Theoretical Physics (ICTP) e Giambiagi nos falava da unificação das forças nucleares fracas com a eletrodinâmica quântica, de que José Leite Lopes era um dos precursores. Havia excitação sobre o tema, que depois deu o Nobel, em 1979, ao Abdus Salam, diretor do ICPT – instituição hoje dirigida por outro argentino, Miguel Angel Virasoros, como Giambiagi, amigo do Brasil.

Giambiagi buscou aproximar a física com a engenharia enquanto presidiu o CLAF. Por sua contribuição à física, foi homenageado há um ano no Centro de Tecnologia da UFRJ.

Em 1986, no auge da redemocratização do Brasil e da Argentina, antes da onda do liberalismo econômico, ele promoveu através do CLAF um projeto de cooperação científica e tecnológica ambicioso. Eu dirigia pela primeira vez a Coppe, que iniciava a linha de pesquisa em computação paralela, para incrementar a velocidade de processamento com dispositivos de baixo custo. Para ele, era a oportunidade de Brasil e Argentina recuperarem sua defasagem na computação avançada. Sugeriu-me juntar esforços com pesquisadores de outros grupos brasileiros e argentinos, bem como italianos. Organizamos então um seminário com Argentina e Itália.

A cooperação no grau almejado por Giambiagi não ocorreu. Mas a computação paralela prosperou. No CBPF, é usada pelo grupo de partículas, em colaboração com o Fermilab de Chicago. Na Coppe, dela se originaram a nova área de computação avançada e o supercomputador Cray. Ele sempre se referia ao projeto de intercâmbio e eu me sentia em débito. A cooperação científica com a Argentina não se ampliou suficientemente, apesar do Mercosul.

Juan Jose Giambiagi

Giambiagi foi um símbolo. Outros seguiram caminhos semelhantes. A ditadura militar foi, na Argentina, pior para a universidade do que no Brasil, embora ambas tenham sido truculentas e persecutórias. A ciência argentina era, em média, melhor que a brasileira, e muitos cientistas argentinos vieram para o Brasil. São tantos, inclusive na Coppe, que fatalmente omitiria nomes, tentando citá-los. Em memória, destaco Hamilcar Herrera e Jorge Sábato.

Herrera foi da histórica equipe que nos anos 70 elaborou um modelo mundial, na América Latina, em contraposição ao do Clube de Roma, feito pelo Massachussets Institute of Technology (MIT), nos EUA. O modelo do MIT previa a catástrofe ecológica se os países pobres se desenvolvessem como os ricos, pois esse desenvolvimento ameaçaria o meio ambiente e levaria ao esgotamento dos recursos naturais, especialmente o petróleo. A resposta, mostrando que havia alternativas para os países se desenvolverem e que os países ricos deveriam reduzir o consumismo e o desperdício, foi dada pelo modelo de Bariloche.

Herrera veio para a área de geociências da Unicamp. Suas idéias seguiam atuais. A noção de maior eficiência, nos países ricos, está incorporada às idéias de sustentabilidade e de conservação de energia, surgidas a partir de questões globais como o efeito estufa, mas o consumismo aumentou naqueles países.

Sábato também veio para a Unicamp. Especialista em materiais nucleares, participou do debate sobre o Acordo Nuclear com a Alemanha. Lembro-me dele explicando a diferença entre a pesquisa na ciência e o trabalho na tecnologia. Na primeira, divulgam-se os trabalhos pelo mundo. No segundo, escondem-se os resultados para aplicá-los na indústria e cobrar *royalties*.

Pouco antes de seu falecimento, há alguns anos, Sábato sugeriu a criação de uma rede latino-americana de tecnologia, pois a Coppe à época participava de rede internacional na área de energia. Mas a idéia não vingou. Com o início da privatização das empresas de energia, caiu o investimento em tecnologia. Daí a proposta de criação da Petroamérica, parceria da estatal venezuelana PDV com a Petrobrás, que me lembrou Sábato.

A ciência e a universidade brasileiras devem muito a eles.

MENOS MATAS, MENOS PÁSSAROS

Pesquisa de campo sobre pássaros que vivem em pequenas, médias e grandes florestas ainda existentes na região de cerrado do Triângulo Mineiro, realizada por **MIGUEL ÂNGELO MARINI**, *do* Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Minas Gerais, *revelou que a fragmentação da floresta original, para uso da terra em atividades agropecuárias, é um dos fatores responsáveis pela extinção de espécies de aves no Brasil Central.*

As matas que ocorrem na região dos cerrados, que antes da ocupação humana espalhavam-se por cerca de 25% do território brasileiro, estão sendo rapidamente substituídas por pastos e plantações. Na região do Triângulo Mineiro, no sudoeste de Minas Gerais, por exemplo, o acelerado desenvolvimento da agropecuária, na última década, vem causando grandes prejuízos ao meio ambiente. Nas áreas em torno da cidade de Uberlândia, essa situação é mais clara: o Rio Uberabinha, que corta a cidade, está poluído, e 85% da vegetação natural do município já foram destruídos, restando apenas fragmentos de matas originais (figura 1), com evidente redução da fauna e da flora locais.

A verificação dos efeitos da fragmentação das matas sobre as espécies de aves que as freqüentam, na região do Triângulo Mineiro, é o objetivo de um projeto que vem sendo desenvolvido desde janeiro de 1994, com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e de duas organizações internacionais de proteção à natureza, o Manomet Bird Observatory e a World Nature Association, além do apoio do Departamento de Biociências da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A análise das primeiras informações coletadas nessa pesquisa aponta um futuro pouco animador para as aves da região.

A coleta de dados é realizada, com a colaboração de estudantes de biologia da UFU e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em seis fragmentos de matas (o menor com 7,5 ha e o maior com 230 ha) selecionados entre os existentes nos municípios de Uberlândia e Araguari (ambos em Minas Gerais). O levantamento da composição da avifauna remanescente nesses fragmentos utiliza duas técnicas básicas: a realização de levantamentos visuais e acústicos das aves e a captura para estudo das características biológicas. No primeiro caso, observadores seguem trilhas, córregos ou deslocam-se aleatoriamente no interior das matas, registrando todas as espécies encontradas. No segundo caso, as aves são capturadas com redes de náilon (12 metros de comprimento por dois metros de altura) estendidas entre as árvores, e os indivíduos capturados, após a análise de suas características biológicas, são marcados (nas pernas) com anéis metálicos cedidos pelo Centro de Pesquisas para Conservação das Aves Silvestres (Cemave), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), e soltos.

Considerados os seis fragmentos de matas pesquisados, já foram detectadas 127 espécies de aves. A principal revelação do projeto, até o momento, é o baixo número de espécies nos fragmentos pequenos, em relação aos fragmentos maiores. Em cada uma das duas matas menores foram registradas apenas 39 espécies, enquanto os dois fragmentos

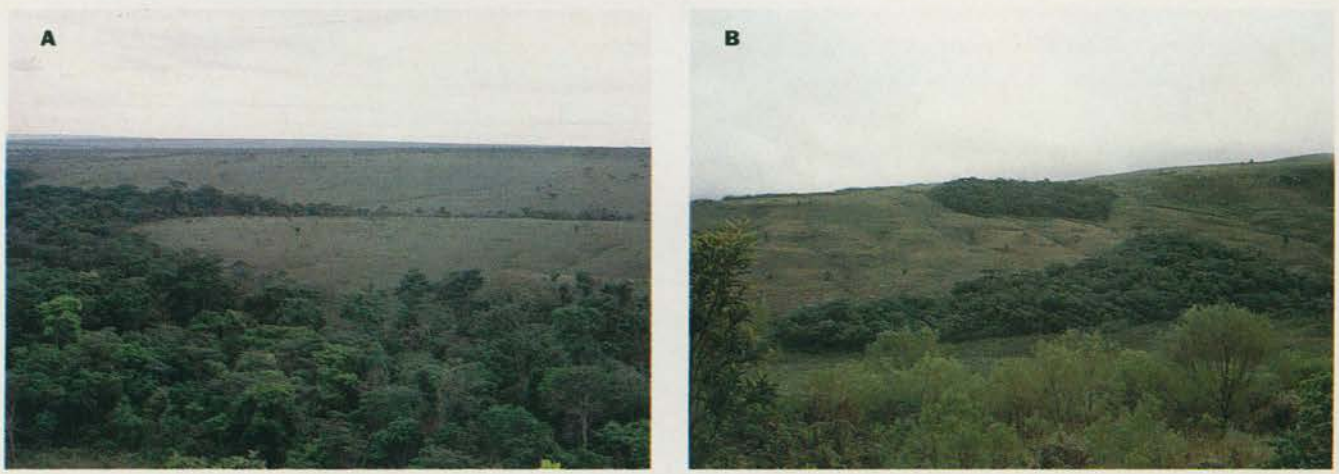


Figura 1. Mata de galeria contínua (A) e fragmentos pequenos de mata (B).

médios continham 47 e 49 espécies e os fragmentos maiores abrigavam 74 e 89 espécies de aves. Como algumas espécies só foram detectadas nos fragmentos pequenos e médios, a soma total supera o número registrado nos fragmentos grandes.

Admitindo-se que todas as 127 espécies poderiam ocorrer em todas as áreas de cerrado, antes da fragmentação, conforme hipótese de trabalho aceita pela comunidade científica, é fácil calcular o índice de extinção de espécies para cada tipo de fragmento. Assim, nas matas menores os índices de extinção estão em torno de 70% e na mata maior esse índice atinge cerca de 30%, consideradas nesse cálculo todas as espécies registradas nas matas, independente de seu habitat principal (que pode não ser a mata). Índices de extinção mais realistas podem ser calculados tomando-se apenas as espécies dependentes de matas. Nesse caso, os índices de extinção chegam a 83% nas matas menores e a 27% na mata maior (figura 2).

Do total de 127 espécies, 44 (ou 35%) só foram registradas nos dois fragmentos maiores e 18 (ou 14%) só ocorreram nas quatro matas menores. Isso indica que muitas espécies dependem de matas mais extensas, mas que as matas pequenas ainda abrigam espécies incluindo as endêmicas (só encontradas na região dos cerrados). Essa constatação deixa claro que a preservação de trechos grandes de mata, com mais de 100 ha, é imprescindível para evitar a extinção de aves na região do Triângulo Mineiro, e que as matas pequenas também são importantes para a conservação de algumas espécies. Entre essas espécies endêmicas, também detectadas nos fragmentos médios e pequenos, estão o soldadinho (*Antilophia galeata*) (figura 3) e o pula-pula (*Basileuterus leucophrys*).

Portanto, a conservação das espécies de aves das florestas de cerrado, no Triângulo Mineiro, depende tanto da preservação das grandes áreas de mata ainda existentes quanto da manutenção dos pequenos fragmentos. Curiosamente, as duas matas de grande porte pesquisadas pertencem a fazendeiros que tiveram a preocupação de manter grandes extensões de terra não-desmatada em suas propriedades. Essa atitude, porém, não é suficiente para garantir a preservação das aves da região, tornando necessário criar reservas ecológicas com grandes extensões de floresta original, antes que os níveis de extinção local aumentem ainda mais.

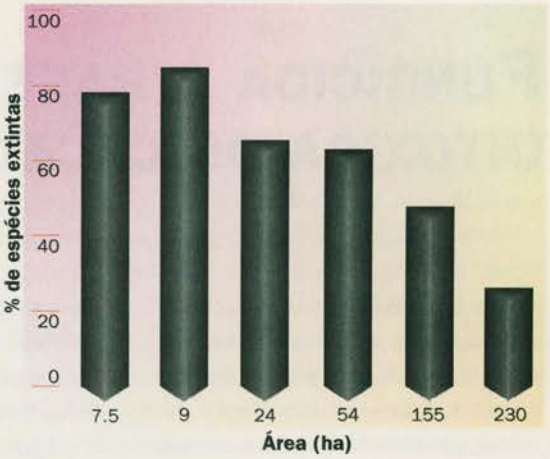


Figura 2. Relação entre a porcentagem de extinção de espécies de aves que vivem exclusivamente em matas e as áreas dos fragmentos de mata.

Figura 3. O soldadinho (*Antilophia galeata*) é uma das poucas espécies ainda encontradas nos pequenos fragmentos de mata preservados na região dos cerrados.

NESTE NATAL, DÊ UMA ASSINATURA DO *JORNAL DA CIÊNCIA HOJE*

Um presente que é um sistema de vigilância da ciência no Brasil durante o ano todo.

PARA ASSINAR O *JORNAL DA CIÊNCIA HOJE* —

O SIVAM BRASILEIRO DA NOSSA C&T —

É SÓ DISCAR (021) 295-4846/270-0548

OU ENVIAR UM FAX PARA (021) 541-5342.

JCH - O preço da ciência no Brasil é a eterna vigilância.

Claro, quero assinar o *Jornal da Ciência Hoje* – assinatura anual – por apenas R$ 21!

Nome: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ **CEP:** _____

UF: ____ **Fone:** _____ **Fax:** _____

Tire uma xerox deste cupom e mande para o *JCH*, av. Venceslau Brás, 71, Fundos, Casa 27, Botafogo - CEP 22.290-140, Rio de Janeiro, RJ.

FUNGICIDA À BASE DE COBRE INTOXICA OS CACAUAIS

Agente ativo de fungicidas químicos usados contra a podridão-parda, doença que ataca as plantações de cacau da Bahia, o cobre vem acumulando-se há anos nas árvores e no solo da região.
Pesquisas realizadas por **JOSANIDIA SANTANA LIMA**, *do* Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, *revelam como ocorre essa acumulação e seus efeitos nos cacaueiros.*

Os fungicidas cúpricos têm como princípio ativo o elemento químico cobre (Cu). Eles são usados freqüentemente contra fungos que atacam várias culturas agrícolas, principalmente as de uvas, frutas cítricas, pêssego, maçã, café e cacau. Por sua ação prolongada, tais produtos são menos usados em culturas de ciclo curto, como as de cereais e hortaliças. Nas plantações de cacau, esse tipo de fungicida combate principalmente o fungo *Phytophthora palmivora*, causador da doença conhecida como podridão-parda, que ataca o fruto do cacaueiro.

O cobre é nutriente essencial aos seres vivos, mas é necessário apenas em quantidades muito pequenas – é, portanto, um micronutriente. Esse elemento entra na composição de enzimas que realizam funções fisiológicas necessárias à sobrevivência de plantas e animais. O excesso de cobre, entretanto, tem efeitos tóxicos, afetando processos biológicos e podendo levar à morte. A presença desse nutriente em quantidade muito superior à necessidade dos organismos inibe a produção de energia (produção de ATP, molécula rica em energia), limita a respiração da planta e a biossíntese e altera a estrutura celular, interferindo em sua permeabilidade. Os efeitos tóxicos do cobre atingem não apenas plantas e animais, mas o próprio solo (ver 'Nutriente perigoso').

Para combater a podridão-parda, que pode reduzir drasticamente a produção, alguns cacauicultores do Sul da Bahia e do Espírito Santo utilizam fungicidas cúpricos há décadas. Outros, porém, jamais aplicaram o agrotóxico em suas plantações. A comparação de três diferentes áreas, com solos de características físico-químicas semelhantes, permitiu avaliar os efeitos do cobre sobre esse ecossistema: uma plantação onde o fungicida cúprico nunca foi usado, outra em que é usado há cinco anos e uma terceira que recebe aplicações há 16 anos.

As coletas de material para análise, nas duas plantações tratadas com o fungicida, foram realizadas um ano após a última aplicação e também uma semana após algumas das aplicações normais (em geral são realizadas quatro aplicações por ano, todas no período de chuvas, entre abril e julho). Na plantação sem tratamento com fungicida foi feita apenas uma coleta. A preocupação fundamental foi identificar para onde vai o cobre nas plantações de cacau tratadas com o fungicida. Como não existe método que estude um ecossistema como um todo, as plantações foram divididas em três compartimentos: cacaueiros, solo e animais.

Na parte vegetal, escolheu-se aleatoriamente 16 árvores em cada uma das três plantações e mediu-se a concentração do cobre nas folhas, nas amêndoas, no caule, na raiz e na serrapilheira (folhas secas sobre o solo). No solo, a medição da concentração de cobre foi realizada na camada superficial (5-0 cm) e em duas profundidades (0-15 e 15-35 cm). Também foi coletada, em duas profundidades (0-5 e 20-25 cm), a solução do solo – importante indicador ecológico, pois vegetais e microorganismos absorvem nutrientes diretamente dessa solução. Nos animais, a concentração do elemento foi medida em formigas, mi-

NUTRIENTE PERIGOSO

A toxicidade do cobre no solo revela-se no retardamento das atividades metabólicas de microorganismos e dos processos de decomposição das folhas secas (interrompendo a ciclagem dos elementos), na redução da diversidade de organismos (minhocas, por exemplo, desaparecem), no desenvolvimento de espécies resistentes e até na esterilização, como foi comprovado em plantações de cítricos na Flórida (Estados Unidos). Nas plantas, o excesso de cobre interfere no crescimento das raízes, deforma flores e frutos, modifica a composição mineral da planta, altera a anatomia do sistema vascular, inibe a absorção de elementos essenciais, danifica o tecido vegetal e prejudica até mesmo a transferência de elétrons da fotossíntese, a atividade mais importante no mundo vivo. No homem, a intoxicação pelo cobre causa dores no estômago, músculos e articulações, além de náuseas, diarréia, anemia, insuficiência renal e hepática, ulcerações na córnea e outros problemas. A ingestão de doses elevadas pode levar à morte (há relatos científicos sobre crianças que morreram após comer uvas recém-pulverizadas com fungicida cúprico), e lavradores que pulverizam o fungicida sem proteção adequada podem desenvolver dermatite micótica e manchas na pele.

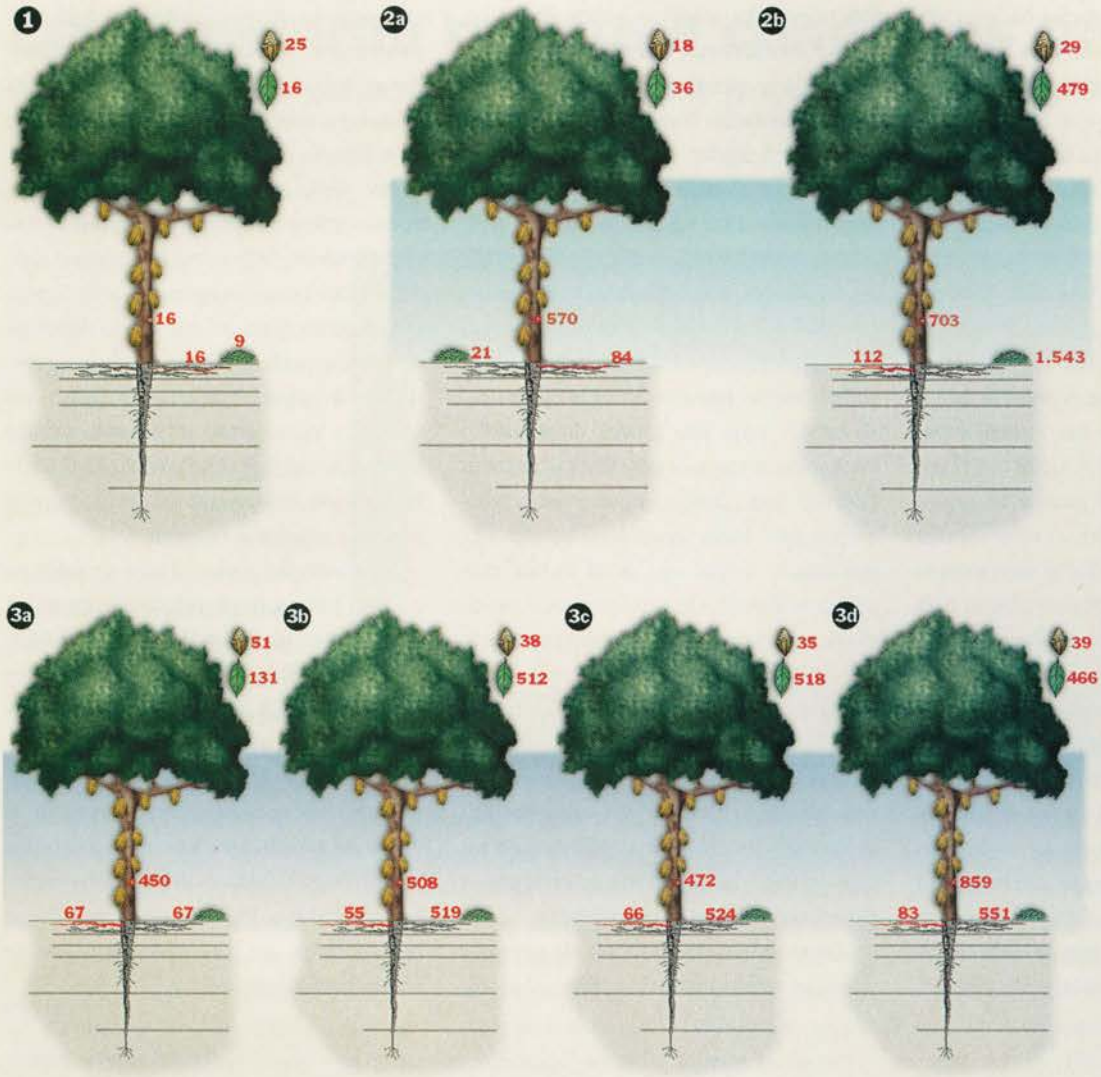


Figura 1. Concentração de cobre (mg/kg) na plantação não-tratada. O metal distribui-se de forma homogênea entre as várias partes do cacaueiro.

Figura 2. Concentração de cobre (mg/kg) na plantação tratada há cinco anos, um ano após a última aplicação (A) e uma semana após a primeira aplicação do ano (B).

Figura 3. Concentração de cobre (mg/kg) na plantação tratada há 16 anos, medida um ano após a última aplicação (A), e uma semana após a primeira, a segunda e a terceira aplicações (respectivamente B, C e D).

nhocas e piolhos-de-cobra (gongos).

Os dados obtidos permitiram definir o balanço do cobre nas plantações de cacau, avaliando a quantidade do metal que entra no ecossistema (*input*), através dos fungicidas, sua acumulação nas plantas, nos organismos e no solo e a saída do elemento (*output*) através, por exemplo, da percolação (extração de substâncias do solo pela passagem da água). Buscou-se avaliar também se o tratamento com o fungicida altera a composição mineral do cacaueiro e se o acúmulo de cobre na árvore desequilibra a concentração e a distribuição de outros nutrientes.

O balanço do cobre revela forte acumulação nas duas plantações que receberam fungicida e deixa claro que, nesses casos, o metal se acumula em maior quantidade na camada orgânica (humus), na superfície. Estruturas químicas orgânicas presentes no solo imobilizam o cobre, dificultando sua biodisponibilidade. Essa imobilização, que depende, entre outros fatores, da concentração do metal no solo e do potencial hidrogeniônico (pH), diminui – a partir de certa concentração – à medida que a quantidade de cobre aumenta. O cobre que deixa de ser adsorvido entra na solução do solo, tornando-se disponível para os organismos.

No solo da plantação que jamais recebeu fungicida a reserva de cobre alcança, da superfície até 35 cm, 60,7 kg/ha (quilos por hectare). Na plantação tratada há cinco anos, essa quantidade atingiu 109,7 kg/ha, enquanto na plantação tratada há 16 anos foi constatada a presença no solo de 165,2 kg/ha.

A pesquisa revelou que o cacaueiro também acumula cobre, contradizendo a afirmativa da principal fornecedora de fungicida cúprico na região cacaueira, a empresa Sandoz, de que a árvore não concentra o metal. A reserva de cobre nas árvores, de apenas 1 kg/ha na plantação não-tratada, sobe para 35 kg/ha na área tratada há cinco anos e para 32,6 kg/ha na área tratada há 16 anos. O cobre existente nas árvores representa 2% do

total do metal, na plantação não-tratada (incluindo também o solo e os animais), mas o percentual chega a 30% na área tratada há cinco anos e a 20% na área tratada há 16 anos. Nesta última, embora a reserva total do metal seja maior do que nas demais áreas, sua concentração nas amêndoas da fruta, usadas na fabricação do chocolate, apresentou-se ainda abaixo do limite considerado tóxico para ser ingerido pelo homem.

O balanço do cobre evidencia que a entrada do elemento no ecossistema, através do fungicida (9,6 kg/ha na plantação tratada há cinco anos e 14 kg/ha na tratada há 16 anos), é responsável pelo acúmulo verificado, já que as perdas do metal, através da percolação e da exportação das amêndoas, são mínimas. Na área tratada há cinco anos as chuvas retiram 37,6 g/ha/ano (gramas por hectare/ano) e 20,3 g/ha/ano são exportadas através das amêndoas, enquanto na área tratada há 16 anos as chuvas levam 512,2 g/ha/ano e as amêndoas 10,3 g/ha/ano. A grande diferença na quantidade percolada decorre da maior saturação do solo na área tratada há 16 anos e da maior quantidade de chuvas. Considerando reservas acumuladas no solo e nas árvores, entradas através do fungicida e perdas, o balanço mostra que a plantação tratada há cinco anos 'ganha' 9,5 kg/ha de cobre todo ano, enquanto a tratada há 16 anos 'ganha' anualmente 13,4 kg/ha do metal.

A saturação de cobre e de outros agroquímicos nas plantações de cacau deve ser considerada na análise da atual situação da cacauicultura baiana, que sofre grande impacto com a vassoura-de-bruxa, uma das piores doenças do cacaueiro. A vassoura-de-bruxa, também causada por fungo, ocorre principalmente em áreas consideradas de alta qualidade, o que em geral indica emprego intensivo de fertilizantes e pesticidas químicos. Sabe-se, porém, que o uso contínuo de pesticidas tem como um de seus efeitos a queda da eficiência dos produtos e a conseqüente dificuldade no controle de doenças, além da redução da fertilidade do solo. Pesquisas realizadas em vários países mostram que o uso de agrotóxicos estimula a ocorrência de pragas e doenças.

O aumento da incidência de pragas e doenças nas culturas, portanto, decorre em parte dos próprios métodos agrícolas modernos. Pesticidas alteram o metabolismo vegetal, acumulando açúcares solúveis e aminoácidos livres na seiva, o que beneficia a nutrição de parasitas. Além disso, os pesticidas não agem apenas sobre o organismo 'inimigo': atacam também muitos outros, alguns fundamentais na reciclagem dos elementos e na manutenção do equilíbrio do ecossistema, e podem deixar resíduos prejudiciais à saúde humana. No caso do cobre, a concentração na solução do solo, especialmente na plantação tratada há 16 anos, atinge um nível tóxico para algumas espécies vegetais.

A soma de todos esses problemas aponta para a necessidade de mudar a concepção tradicional da agricultura, baseada no incremento cada vez maior de produção. A adoção de sistemas integrados de produção agrícola, com baixo *input* de fertilizantes e pesticidas, poderá, ao mesmo tempo, reduzir o custo de produção e prevenir os efeitos antiecológicos dos métodos convencionais de cultivo. Pestes e doenças podem ser evitadas ou reduzidas através de medidas ecológicas.

Atenção

FEVEREIRO 1996 ano 2 n.3 R$ 5,50

Transamazônica
Os sobreviventes do sonho

Economia
Os perigos de 1996

Estados Unidos
Um novo sindicalismo?

Ênio Silveira
A última entrevista

Aborto proibido

Quando a lei mata

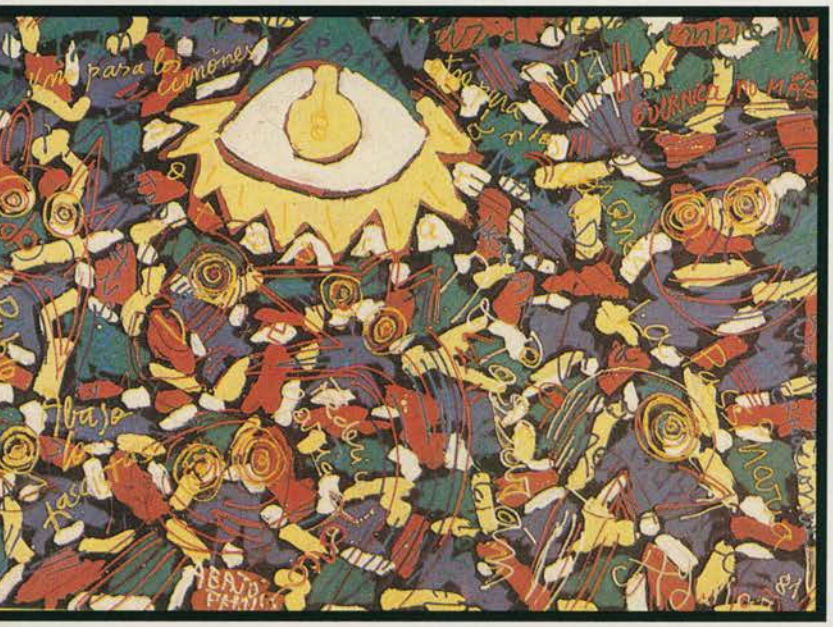
150 mil mulheres morrem todo ano no Brasil, vítimas de abortos clandestinos

JÁ NAS BANCAS!

Separando isótopos com

MAIS EFICIÊNCIA E MENOS RISCOS NO ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO

A MAIORIA DOS REATORES NUCLEARES DA ATUALIDADE, INCLUSIVE O DE ANGRA DOS REIS, GERA ENERGIA 'QUEBRANDO' NÚCLEOS DE ÁTOMOS DE URÂNIO ENRIQUECIDO. A PRODUÇÃO DESSE 'COMBUSTÍVEL' EXIGE PROCESSOS SOFISTICADOS, ESTUDADOS EM POUCOS PAÍSES. ENRIQUECER O URÂNIO SIGNIFICA AUMENTAR, NESSE ELEMENTO QUÍMICO, A CONCENTRAÇÃO DE UM DE SEUS ISÓTOPOS, MUITO PEQUENA NA NATUREZA. PARA ISSO É PRECISO OBTER GRANDE QUANTIDADE DE ÁTOMOS DO ISÓTOPO, RETIRADOS DO URÂNIO NATURAL. UM DOS MAIS PROMISSORES MÉTODOS DE RETIRADA – OU SEPARAÇÃO – DE ISÓTOPOS DE URÂNIO, BASEADO NO USO DE *LASERS*, VEM SENDO ESTUDADO NO BRASIL, EM PROJETO QUE PODE DAR AO PAÍS MAIOR CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA E COMPETITIVIDADE NA ÁREA NUCLEAR.



NO PASSARAN, S. D., TINTA ACRÍLICA S/ TELA, 163 X 250 – JOSÉ ROBERTO AGUILAR

lasers

Marcelo G. Destro
Nicolau A. S. Rodrigues
Rudimar Riva
Carlos Schwab
Instituto de Estudos Avançados, Centro Técnico Aeroespacial.

A energia nuclear, obtida em átomos de elementos radioativos e usada para gerar energia elétrica, faz parte da vida humana em diversos países, garantindo a iluminação de cidades inteiras e acionando desde barbeadores a pesados equipamentos industriais. Apesar da polêmica em torno desse tipo de energia, centrada no perigo representado pelos resíduos radioativos, os reatores nucleares produzem hoje parcela substancial da energia elétrica consumida no mundo, e são importantes em países que não dispõem de reservas de petróleo, grande potencial hidroelétrico ou fontes de energia renováveis. Os primeiros reatores nucleares de produção comercial de energia elétrica começaram a operar em meados dos anos 50. Hoje, reatores também movem navios e submarinos, e produzem substâncias radioativas usadas na pesquisa científica, na medicina e na indústria.

Um reator nuclear pode ser definido, em termos simples, como um aparelho que provoca e controla uma série de quebras (ou fissões) de núcleos de átomos (ver 'Átomos e isótopos') de grande massa. Um dos núcleos, ao absorver um nêutron, quebra-se em dois fragmentos de massas aproximadamente iguais, liberando grande quantidade de energia e alguns nêutrons. Estes provocam quebras em outros núcleos, levando a uma reação em cadeia, na qual bilhões de núcleos podem quebrar-se em frações de segundo. A energia é liberada em forma de radiação ou de energia cinética (pois os produtos da fissão são 'expulsos' em alta velocidade), e transforma-se, em grande parte, em energia térmica, ou seja, calor. O reator mantém o processo sob total controle e o calor gerado é usado para transformar água em vapor de alta pressão, que aciona turbinas geradoras de eletricidade.

Um dos principais combustíveis usados em reatores é o elemento químico urânio, isolado por Eugène-Melchior Péligot em 1841. Esse elemento, metálico e radioativo, é o mais pesado – de maior massa atômica – encontrado na natureza. Atualmente são conhecidos elementos ainda mais pesados, como netúnio, plutônio, amerício e outros, mas todos foram criados artificialmente. Os átomos de urânio encontrados na natureza contêm uma 'nuvem' de 92 elétrons envolvendo um núcleo formado por 92 prótons e 142, 143 ou 146 nêutrons. Esses diferentes isótopos são identificados pela massa atômica – a soma do número de prótons e nêutrons (^{234}U, ^{235}U e ^{238}U). O isótopo ^{238}U é o mais abundante (99,275%) na natureza, mas o ^{235}U (0,72%) tem probabilidade de fissão algumas vezes maior que a do próprio ^{238}U e que a do ^{234}U (extremamente raro – 0,005%).

Por esse motivo, a maioria dos reatores térmicos atuais, inclusive o de Angra dos Reis, no Brasil, opera com urânio 'enriquecido', ou seja, urânio com uma concentração do ^{235}U aumentada em cinco ou seis vezes, em relação à natural. Para alcançar essa concentração, no entanto, é necessário obter, através de métodos altamente sofisticados, grande quantidade de átomos do isótopo.

Separação a *laser*

Entre os métodos atualmente conhecidos de separação de isótopos, os que usam fontes de luz monocromática intensa e coerente – os *lasers* – vêm sendo considerados os mais indicados para o urânio, do ponto de vista econômico, segundo diversos estudos. O método atualmente em estudo no Instituto de Estudos Avançados do Centro Técnico Aeroespacial (IEAv/CTA), em São José dos Campos (SP), pode ser ainda apontado como o processo mais indicado do ponto de vista ecológico, essencialmente por dois motivos: extrai quantidades muito maiores do isótopo ^{235}U a partir do urânio natural, usando menos urânio que outros métodos e gerando rejeitos em menor quantidade e menos radiativos; e reduz o risco de vazamento de materiais radiativos ou tóxicos, ao lidar com o urânio

na forma metálica, enquanto os métodos tradicionais usam a forma gasosa – hexafluoreto de urânio (UF_6).

A separação, em escala industrial, de isótopos de urânio pelos processos a *laser* requer um volume de conhecimento científico e de capacitação tecnológica que o Brasil ainda não possui. Isso não impede, porém, que o país busque esse conhecimento, através de um projeto próprio. Mesmo em nações que dispõem das tecnologias tradicionais – separação por difusão gasosa e por ultracentrifugação – em estágios avançados, a nova técnica vem atraindo enorme interesse. Tanto que, embora muitos países procurem manter em sigilo detalhes técnico-científicos e de engenharia, os métodos de separação de isótopos de urânio por *lasers* vêm sendo assunto freqüente em encontros internacionais que tratam de fenômenos de separação em líquidos e gases, como os *workshops* realizados em Versailles (França, em 1989), Charlottesville (Estados Unidos, em 1992) e Pequim (China, em 1994). O próximo encontro internacional, programado para setembro de 1996 na cidade de Foz do Iguaçu, no Brasil, já conta com um grande número de trabalhos inscritos.

Como os diferentes isótopos do urânio possuem propriedades químicas idênticas, a separação do ^{235}U não pode ser feita por métodos químicos – devem ser usados métodos físicos. Métodos químicos dependem das nuvens de elétrons, enquanto os físicos dependem da diferença de massa e de tamanho dos núcleos. Os métodos físicos, entretanto, são mais complexos e mais caros que os químicos, o que se reflete no custo do combustível nuclear.

A separação de isótopos de urânio por *lasers* baseia-se em um princípio físico essencialmente diferente do que orienta a separação por difusão gasosa ou por ultracentrifugação. Os métodos tradicionais baseiam-se na *diferença de massa* existente entre isótopos de um elemento químico, enquanto a separação a *laser* é feita a partir de outra propriedade física dos isótopos, a *diferença na absorção de radiação eletromagnética de determinadas freqüências* – ou, simplificando, a diferença na absorção de luz de diferentes cores (figura 1).

Existem dois caminhos para separar isótopos usando *laser*: a separação por via molecular e a separação por via atômica. As diferenças entre esses caminhos

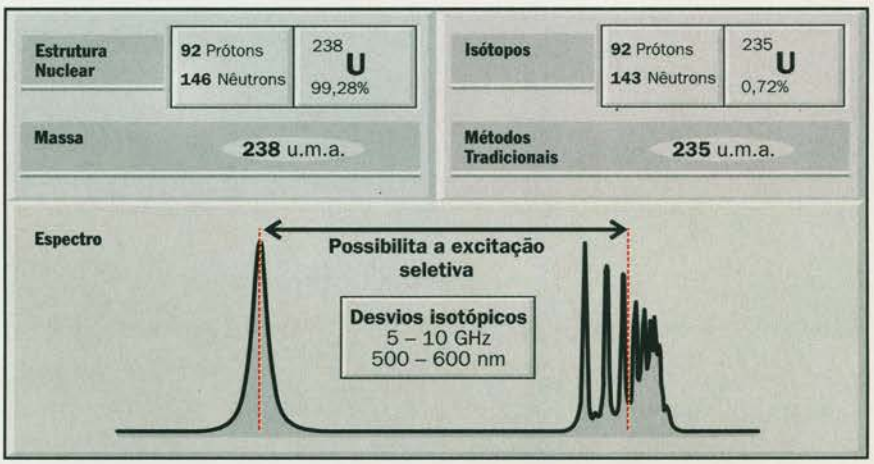


Figura 1. Princípios físicos dos diferentes processos de enriquecimento de urânio.

Átomos e isótopos

A ciência constatou, neste século, que o átomo é um sistema formado por três tipos de partículas: prótons (com carga elétrica positiva), nêutrons (sem carga elétrica) e elétrons (com carga positiva). Prótons e nêutrons, de massa aproximadamente igual, formam no centro do sistema um 'caroço' – o núcleo – extremamente pequeno, com diâmetro entre 10 mil e 100 mil vezes menor que o diâmetro total do átomo. Apesar do tamanho, o núcleo é a parte 'pesada' do sistema, já que a massa do elétron é quase desprezível perto da de prótons e nêutrons (estes são cerca de 1.840 vezes mais 'pesados'). Os elétrons, por sua vez, estão dispostos em camadas sucessivas em torno do núcleo, formando uma 'nuvem' denominada eletrosfera. Em seu estado normal, átomos são eletricamente neutros: a carga negativa total dos elétrons é igual à carga positiva total dos prótons. Como a carga das duas partículas é equivalente, o número de elétrons de um átomo em estado normal é igual ao número de prótons no núcleo.

Os elétrons distribuem-se na eletrosfera obedecendo a uma regra constante: as camadas são ocupadas sucessivamente, começando pela mais próxima do núcleo e continuando, uma de cada vez, até a mais externa. Dessa distribuição dependem os fenômenos químicos. Dois átomos com o mesmo número de elétrons e prótons pertencem ao mesmo elemento e têm comportamento químico idêntico. Em alguns casos, porém, átomos de um mesmo elemento têm diferentes números de nêutrons no núcleo. Esses átomos, encontrados na maioria dos elementos, são chamados isótopos.

Excitando átomos

No estado normal do átomo, os elétrons situam-se nas camadas internas, mais próximas do núcleo. Quando um ou mais elétrons de uma camada são 'deslocados' – energeticamente – para outra, mais externa, diz-se que o átomo está em estado excitado. Se um ou mais elétrons são levados a uma distância suficientemente grande do núcleo, superando a atração deste, podem ser retirados do átomo. Esse ponto de superação da atração do núcleo é chamado limite de ionização. A saída do elétron rompe o equilíbrio de cargas elétricas e torna o átomo um íon positivo, ou seja, um átomo com carga elétrica positiva.

Existem diversas maneiras de excitar e ionizar um átomo, e uma delas é provocar a absorção de radiação eletromagnética de determinada freqüência. Quando isso ocorre, a energia 'empurra' um ou mais elétrons para camadas mais distantes do núcleo. As freqüências eletromagnéticas usadas nesse processo podem ser geradas a partir de muitas fontes luminosas, mas os *lasers* são as mais eficientes, pois podem gerar altas densidades de energia em freqüências bem definidas, o que não é possível para outras fontes.

Fotoionização seletiva

O núcleo do isótopo ^{235}U possui 92 prótons e 143 nêutrons, e o do ^{238}U tem três nêutrons a mais. Isso origina pequenas diferenças nas freqüências de radiação eletromagnética que cada um deles absorve. Essa absorção diferenciada apresenta duas propriedades, mostradas na figura 1:

Desvio isotópico – é exatamente o deslocamento da freqüência central de absorção entre os dois isótopos. Para o urânio, na faixa entre o amarelo e o vermelho, esse deslocamento é de cerca de cinco e 10 gigahertz (um gigahertz, ou GHz, equivale a um bilhão de ciclos por segundo).

Estrutura hiperfina – a absorção do isótopo ^{238}U ocorre em freqüência bem definida, ou seja, em apenas uma linha de absorção, mas a do ^{235}U ocorre em várias freqüências distintas. Essa propriedade, conhecida como estrutura hiperfina, resulta de uma propriedade física denominada *spin* nuclear, semelhante – em comparação simplificada – ao movimento de um corpo em torno do próprio eixo.

Como isótopos diferentes absorvem luz de freqüências diferentes, é possível excitar seletivamente qualquer deles, usando um feixe de luz monocromática (como um *laser*) com a freqüência certa. Assim, irradiando vapor de urânio com um *laser* produzido na freqüência que é absorvida pelo ^{235}U, a luz – ou seja, a energia – será absorvida preferencialmente por esse isótopo.

No processo denominado fotoionização seletiva (figura 2), um *laser* com comprimento de onda λ_1 excita apenas átomos do isótopo ^{235}U, passando-os do estado fundamental (nível 0) para o estado excitado (nível 1). Em seguida, um segundo *laser*, sintonizado em λ_2, excita ainda mais os átomos, levando-os do nível 1 para o nível 2. Finalmente, um terceiro *laser* (λ_3) promove esses átomos do nível 2 para o estado autoionizante. A irradiação, no processo estudado no Brasil, excita preferencialmente átomos do isótopo ^{235}U, levando à sua ionização. Os átomos ionizados, com carga elétrica positiva, podem ser eletricamente atraídos para placas coletoras.

estão no modo de 'excitar' os isótopos e no modo de separá-los (ver 'Excitando átomos'). Na via molecular, usa-se o hexafluoreto de urânio, e as energias de interesse para o processo são as das vibrações das moléculas gasosas: os átomos que compõem tais moléculas vibram, ou seja, movimentam-se, uns em relação aos outros, como se estivessem ligados por molas. As energias dessas vibrações são definidas por sua freqüência e amplitude. A freqüência também determina os comprimentos de onda da radiação que as moléculas podem absorver. Nesse caso, cada um dos isótopos absorve, em freqüências diferentes, a radiação infravermelha – radiação com comprimento de onda entre 780 e 300 mil nanômetros (o nanômetro é a bilionésima parte do metro).

Na via atômica, usa-se o urânio metálico vaporizado, e as energias de interesse são as das configurações eletrônicas, isto é, da distribuição dos elétrons nas camadas da eletrosfera. Nesse caso, a absorção de radiação – também em freqüências diferentes para cada isótopo – ocorre na faixa de luz visível (radiação com comprimento de onda entre 550 e 650 nanômetros). As diferenças na absorção decorrem de diferenças na estrutura nuclear de cada isótopo, tais como massa, volume e *spin*. Nas duas vias, as diferenças na absorção de energia permitem ionizar seletivamente um determinado isótopo, bastando aplicar sobre o gás ou vapor o *laser* produzido na freqüência de radiação escolhida (ver 'Fotoionização seletiva').

Embora exista certa 'competição' entre as duas vias de separação a *laser*, os laboratórios do projeto Processo Atômico de Separação Isotópica a *Laser* (PASIL), como o nome indica, têm interesse apenas na via atômica. O IEAv/CTA, porém, desenvolve pesquisas sobre ambas. Atualmente, o processo mais promissor para a separação a *laser* de isótopos do urânio é o processo atômico, em que ocorre a absorção seqüencial de radiação eletromagnética de três diferentes comprimentos de onda, até que o isótopo de interesse atinja o estado auto-ionizante, como é mostrado na figura 2. Os íons produzidos são separados do restante dos átomos neutros de urânio pela aplicação de um campo elétrico entre placas extratoras e coletoras.

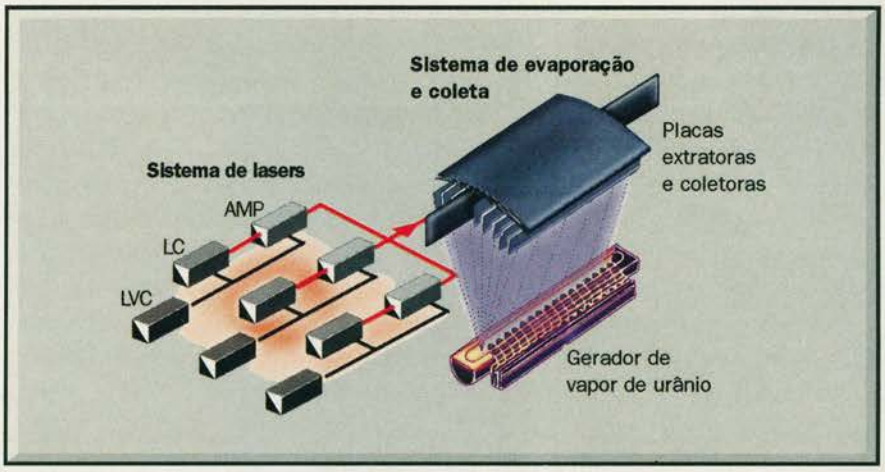


Figura 3. Sistemas usados no processo de separação isotópica por *lasers* em vapor atômico de urânio. A excitação seletiva e a fotoionização são provocadas pelo sistema de *lasers*, composto de *lasers* de vapor de cobre (LVC), *lasers* de corante (LC) e amplificadores (AMP).

Os equipamentos

O processo de separação isotópica por *lasers* em vapor atômico de urânio divide-se em dois sistemas mecanicamente independentes: o sistema de *lasers* e o sistema de evaporação e coleta (figura 3).

O sistema de *lasers* depende de alguns requisitos: ser sintonizável na faixa de luz visível e operar em regime pulsado, com altas taxas de repetição e altas potências. A melhor opção conhecida atualmente como fonte de radiação para o processo de separação de isótopos de urânio é constituído por *lasers* de corante excitados por *lasers* de vapor de cobre.

Os *lasers* de vapor de cobre (LVC) combinam duas propriedades importantes para a aplicação na separação de isótopos: fornecem pulsos de curta duração, com potência de centenas de quilowatts de pico, nos comprimentos de onda de 510 e 578 nanômetros, e apresentam taxas de repetição elevadas (mais de 10 mil pulsos por segundo), o que também garante elevados níveis de potência média (até cerca de 200 watts, atualmente). Possuem ainda eficiência de conversão em torno de 1%, relativamente alta para *lasers* gasosos que operam na faixa da luz visível. Como esses *lasers* não são sintonizáveis, não podem ser usados diretamente nos processos de fotoionização seletiva, mas são perfeitamente adequados para excitar *lasers* de corante – que são sintonizáveis e apresentam eficiência de conversão da ordem de 20% a 30%, quando usados em cadeias de amplificadores.

No sistema de *lasers*, dispositivos denominados osciladores geram feixes de luz nas freqüências desejadas. Amplificadores (*lasers* de corante) aumentam a potência desses feixes, que a seguir são combinados e direcionados por dis-

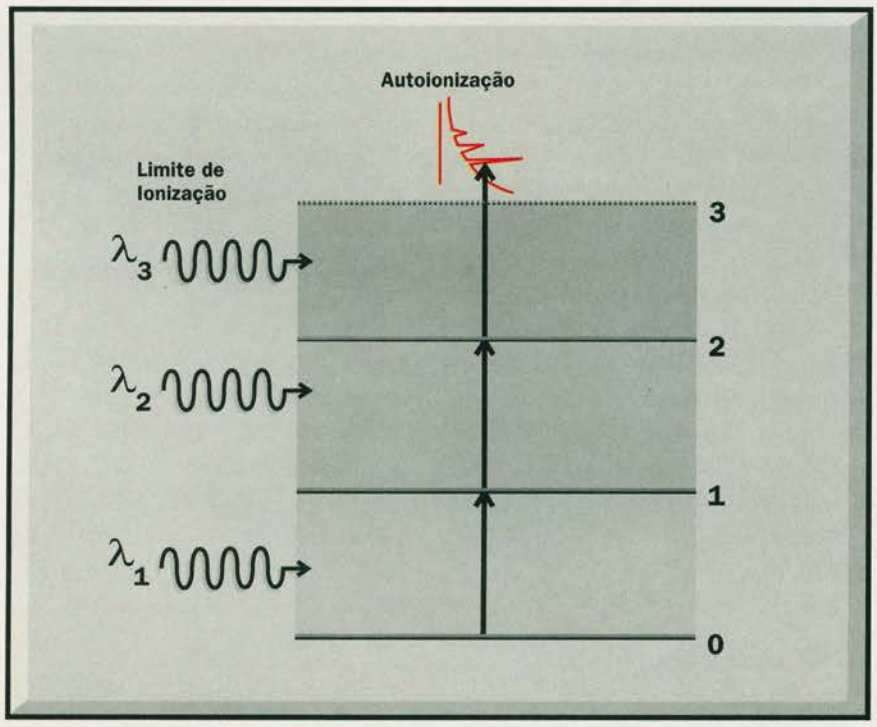


Figura 2. Esquema de absorção seqüencial seletiva de radiação a partir de três diferentes comprimentos de onda.

Processo	Fator de separação	Enriquecimento
Difusão gasosa	1,004	0,7229%
Ultracentrifugação	1,1	0,7929%
Laser (via atômica)	4,6-322	3,2%-70%

** O fator de separação é dado pela razão entre os teores do isótopo desejado no produto final e na matéria-prima. Os valores 4,6 e 322 correspondem respectivamente ao enriquecimento mínimo (3,2%) necessário em reatores do tipo PWR, como o de Angra dos Reis, e máximo (70%). Os processos tradicionais operam sempre com seu maior fator de separação, enquanto o processo a* laser *permite escolher esse fator, em função da eficiência ou da economia.*

Figura 4. Fator de separação* de isótopos e enriquecimento de urânio após uma etapa completa.

Processo	Custo/capital (US$/UTS*/Ano)	Custo/operação (kWh/UTS)	Energia necessária
Difusão Gasosa	Alto-600	Baixo	2.400
Ultracentrifugação	Alto-800	Moderado	100
Laser (via atômica)	Baixo-60	Baixo	100

** A Unidade de Trabalho de Separação por Ano – UTS/Ano – equivale à conversão anual de 1,24 kg de urânio natural em 0,21 kg de urânio enriquecido a 3,2%.*

Figura 5. Relação de investimentos nos diferentes processos de separação de isótopos.

positivos óticos para o sistema de evaporação e coleta. Tanto os osciladores quanto os amplificadores são excitados por *lasers* de vapor de cobre. A produção de *lasers* em variadas freqüências e intensidades e o controle da pulsação desses *lasers* são fenômenos intensamente pesquisados nos últimos tempos (ver 'Luz e matéria – As surpresas da interação', em *Ciência Hoje* nº 27, 1986, e 'O chaveamento da luz', em *Ciência Hoje* nº 51, 1989).

O sistema de evaporação e coleta, por sua vez, apresenta dois subsistemas: o de evaporação, que gera o vapor atômico de urânio, e o de extração e coleta, que faz a separação dos átomos ionizados. Os átomos do ^{235}U presentes no vapor de urânio, produzido pelo aquecimento do urânio metálico a cerca de 2.000°C, interagem, em câmara especial, com as radiações dos *lasers*, e os íons $^{235}U^{+}$ são separados dos demais átomos e coletados em dispositivos especiais. O material empobrecido em ^{235}U (rejeito) é coletado em outros dispositivos.

A separação a *laser* apresenta vantagens técnicas e econômicas em relação aos métodos tradicionais de enriquecimento de urânio. No aspecto técnico, o processo a *laser* apresenta maior enriquecimento do combustível nuclear após a realização de uma etapa completa do processo (figura 4). Os valores do fator de separação de cada método revelam por que os métodos tradicionais (difusão gasosa e ultracentrifugação) exigem centenas de etapas, enquanto a separação a *laser* é capaz de enriquecer o urânio, na medida certa, em apenas uma etapa. No aspecto econômico, os custos de produção pelo processo a *laser* são muito inferiores aos dos métodos tradicionais (figura 5).

Conclusão

Obter o conhecimento científico e a capacitação tecnológica necessários na área de separação de isótopos de urânio, assegurando ao país o domínio da mais promissora tecnologia nessa área, é o objetivo do projeto PASIL. Investimentos no desenvolvimento do processo de separação isotópica por *lasers* em vapor atômico são imprescindíveis quando se pensa numa futura competitividade no mercado de 'combustível' nuclear, principalmente considerando que o Brasil não possui atualmente, em estágio de comercialização, outros métodos de enriquecimento.

Os laboratórios do IEAv/CTA já alcançaram vários resultados relevantes para o próprio projeto – como o controle completo da excitação seletiva de isótopos de urânio e mesmo a coleta de isótopos ^{235}U ionizados, usando, em grande parte, equipamentos desenvolvidos no próprio IEAv – e para a geração de tecnologia de ponta no país. Nesse último caso está o desenvolvimento de *lasers* (com a transferência da tecnologia gerada para a indústria nacional), de componentes óticos para *lasers* de alta energia, de canhões de elétrons e de cadinhos especiais. O projeto envolve ainda estudos em ciência básica, tecnologia, engenharia e outras áreas envolvidas no processo de separação de isótopos por *lasers* em vapor atômico de urânio.

Sugestões para leitura:

CROCKER, V.S. & ROBERTS, P.F.P., 'UK Laser Isotope Separation', *Atom* 363, 2, 1987.

JAMES, J.I., HOLTZ, J.Z. e SPAETH, M.L. 'Status and Prospects for Lasers in Isotope Separation', *Laser Focus*, 18 – 9, 49, 1982.

OWEN, A.D. 'Laser Enrichment: Its Impact on the Market for Natural Uranium', *Energy*, 14–5, 291, 1989.

DESTRO, M.G. 'Espectroscopia a Laser em Vapor Metálico de Urânio', Tese de Doutoramento, ITA/CTA, 1993.

Cacau na Bahia

Decadência e ameaça à Mata Atlântica

Keith Alger
Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus, Bahia.
Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia.
Marcellus Caldas
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia - Cruz das Almas.

Após um século de expansão da cultura cacaueira na Bahia, os poucos remanescentes da Mata Atlântica no estado situam-se principalmente nas fazendas de cacau. A recente queda da importância econômica do produto ameaça as manchas de floresta restantes, única chance de sobrevivência para muitas espécies da flora e fauna. Grandes proprietários, por causa de novas doenças e dos baixos preços do cacau, usam a madeira como fonte emergencial de renda, e pequenos agricultores derrubam matas, incentivados pela política de reforma agrária. Sem estímulos fiscais para fazendeiros conservarem áreas de floresta, e sem política fundiária que conduza pequenos agricultores a áreas já desmatadas, a destruição ou degradação total das manchas da Mata Atlântica ainda existentes na região cacaueira pode acontecer em menos de uma década.

FOTO LENA TRINDADE

A devastação nas matas no litoral atlântico brasileiro, para muitos ecologistas, é mais assustador que o desmatamento na Amazônia, embora menos discutido. A Mata Atlântica abriga grande diversidade de espécies vegetais e animais, muitas delas endêmicas (só ocorrem naquele *habitat*) e ameaçadas. Na região sul da Bahia, por exemplo, as áreas remanescentes de floresta representam apenas de 2% a 7% da cobertura original. Biólogos e organizações ambientalistas, como a Conservation International, classificam as manchas remanescentes da Mata Atlântica como um dos 10 'pontos quentes' da conservação florestal no mundo.

Nos 3.500 km de extensão que ocupava originalmente, a Mata Atlântica nunca foi *habitat* homogêneo e contínuo. Sempre existiram bolsões de endemismo em suas sub-regiões, e um desses ricos nichos ecológicos está situado no sudeste do Estado da Bahia, onde predomina a cultura do cacau (*Theobroma cocoa*). Os remanescentes de floresta, em faixa litorânea de 300 km de extensão por 100 km de largura (figura 1), são o único *habitat* de primatas ameaçados de extinção, como o mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) e o macaco-prego-de-peito-amarelo (*Cebus apella xantosthernos*), e para muitas outras espécies de animais e plantas. Em 1993, pesquisa feita em florestas do litoral sul baiano encontrou cerca de 450 espécies de árvores em um hectare – recorde mundial de diversidade de espécies lenhosas.

Em comparação com os estados do sul do país, industrializados, urbanizados e com agricultura mecanizada, o sul da Bahia reteve mais manchas de mata úmida de baixa altitude. A principal explicação para isso é a dominância do cacau (figura 2), que ocupa uma das poucas regiões do mundo de clima ideal para seu cultivo. Desde a virada do século, a economia do sul da Bahia depende da monocultura do cacau, em grandes plantações orientadas para a exportação. Apesar dessa dependência, até os anos 60 muitos cacauicultores tinham mais terra com mata primária do que plantada com cacau.

Figura 1. Região cacaueira no sul da Bahia, onde os remanescentes da Mata Atlântica estão ameaçados.

A crítica mais comum feita aos fazendeiros do cacau nunca foi a devastação da floresta, mas a falta de empenho na abertura de novos espaços agrícolas – as matas extensas nas fazendas sempre foram usadas como argumento em favor da reforma agrária. Para evitar esse 'perigo', os cacauicultores muitas vezes dividem os registros das fazendas por vários integrantes da mesma família. É por isso que os levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam tamanho relativamente pequeno para as fazendas no sul da Bahia, embora estudos locais comprovem a alta concentração da terra.

Nos anos 60, visando aumentar as exportações, o governo brasileiro iniciou um programa de apoio à cacauicultura na região. Como resultado, o sul da Bahia tornou-se o segundo maior produtor mundial de cacau, depois da Costa do Marfim. Por breve período, o cacau (com seus derivados) foi o segundo produto mais importante na lista das exportações brasileiras, atrás apenas do café. Até 1980, o sul da Bahia exibia mais de 500.000 ha plantados com cacau, que produziam 95% da produção do Brasil e 20% da produção mundial.

De 1986 a 1992, porém, o preço internacional do cacau (em amêndoas) caiu de US$ 2.500 para US$ 1.000 por tonelada (dólares de 1985), mergulhando a economia cacaueira – que sempre

Figura 2. O cacau (*Theobroma cacao*), matéria-prima para a fabricação do chocolate, é o principal produto agrícola do sul da Bahia.

WILLIAM R. CONSTANT/ CEDIDA PELO AUTOR

alternou bons e maus momentos – em uma de suas piores crises. Os fazendeiros demitiram a maioria dos empregados, pararam de usar fertilizantes e outros insumos e muitos passaram a explorar remanescentes florestais para custear despesas. No início da proibição oficial do desmatamento da Mata Atlântica, em outubro de 1990, muitas serrarias fecharam, mas nos últimos anos o corte das florestas no sul da Bahia voltou a crescer (figura 3).

A crise da região foi agravada com a introdução acidental, em 1989, do fungo *Crinipellis perniciosa*, originário da Amazônia, causador da doença conhecida como vassoura-de-bruxa. A expansão do fungo só é controlada com a poda e a queima das partes infectadas da árvore. Não existe controle químico, nem foi desenvolvido um cacaueiro híbrido resistente à vassoura-de-bruxa. Quando a doença apareceu, os cacauicultores, ganhando menos, não podiam pagar a mão-de-obra necessária para controlar sua propagação, e a produção caiu. Na Amazônia, só plantações pequenas e cuidadosamente monitoradas conseguem conviver com a doença, e onde esta não é controlada as árvores perdem até 95% dos frutos ou morrem.

Os efeitos da infestação na economia

FOTO CEDIDA PELO AUTOR

Figura 3. Serraria na região cacaueira.

Figura 4. Mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), sobre um cacaueiro.

cacaueira da Bahia só serão bem avaliados dentro de alguns anos. Estudo realizado em 1990 pelo governo francês, no entanto, apresentou um provável cenário futuro, ao comparar a produtividade do cacau em vários países. O trabalho observa que, no sistema agrário das fazendas baianas, proprietários ausentes contratam toda a mão-de-obra de que precisam. Como no Brasil os encargos sociais seguem padrões nacionais e o setor industrial, maior que o de outros países produtores, oferece salários melhores aos trabalhadores, o custo relativo de mão-de-obra no cacau brasileiro é maior. Assim, para manter a competitividade, o Brasil precisaria aumentar produtividade e qualidade. A vassoura-de-bruxa, porém, reduziu as duas coisas.

Além disso, o cacau e seus derivados representaram apenas 1,5% das exportações brasileiras em 1988, enquanto em Gana o percentual é de 43% e na Costa do Marfim é de 59%. No Brasil, essa pequena contribuição do cacau às exportações não ajuda a reverter a política que favorece produtos industrializados e aumenta os custos dos cacauicultores. O cenário descrito no estudo francês, portanto, aponta para a decadência contínua do cacau na Bahia, com a dispersão gradual das grandes fazendas não-lucrativas, e cria dúvidas óbvias quanto à sobrevivência das manchas de Mata Atlântica.

Até agora, na região, a política de conservação limitou-se à criação da Reserva Biológica do Una, de 7.000 ha. Há poucas manchas pertencentes a empresas particulares, e o restante está em terras de cacauicultores – em geral, áreas muito pequenas e fragmentadas para se tornarem reservas. Mesmo assim, espécies da fauna da região dependem dessas manchas de mata para sobreviver. O mico-leão-de-cara-dourada (figura 4) é exemplo: a população estimada de 300 indivíduos, na Reserva Biológica do Una, é insuficiente para manter a viabilidade da espécie, mas, segundo estimativa recente, mais de 6.000 desses animais ainda vivem em matas pertencentes a fazendeiros de cacau.

Situação socioeconômica e desmatamento

As intenções e atitudes dos cacauicultores quanto às suas matas foram pesquisadas em amostra sistemática dos produtores da região entre Camacã e Santa Luzia, coração da área cacaueira. O trabalho baseou-se em três perguntas: a) De que modo as características socioeconômicas dos cacauicultores relacionam-se com atitudes sobre a conservação das matas? b) De que modo preços e políticas de cacau relacionam-se com o ritmo de desmatamento? c) Quais os fatores estruturais ou institucionais que explicam atitudes e tendências de desmatamento?

A investigação do perfil socioeco-

As Terras e as florestas dos cacauecultores

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Fazendeiros *	16	16	16	17
Área média de terra (ha)	31	72	226	1.430
Participação (terra) na amostra	2%	4%	12%	82%
Área média de floresta (ha)	6,4	24,4	63	285
Participação (floresta) na amostra	2%	6%	16%	76%

* Os fazendeiros incluídos na amostragem foram divididos em grupos (cada grupo com um quarto do total de fazendeiros) de acordo com os tamanhos de suas terras, que variavam entre 20 e 4.700 hectares.

Figura 5. Distribuição de terra e de floresta na região cacaueira.

FOTO CRISTINA ALVES/ CEDIDA PELO AUTOR

Figura 6. Cacau plantado no sistema de 'cabruca' (sob espécies nativas).

nômico dos produtores de cacau envolvidos em desmatamentos aborda, inevitavelmente, a responsabilidade relativa de grandes e pequenos produtores. Na Amazônia, pesquisas revelaram que pequenos fazendeiros derrubam a floresta motivados por incentivos fiscais equivocados e pela especulação fundiária alimentada pela inflação, deixando clara a necessidade de analisar a contribuição do contexto institucional na formação das atitudes e do comportamento dos grandes e pequenos produtores.

Na amostragem, no sul da Bahia, os grandes proprietários têm o controle de terras e matas (figura 5). Na Bahia, o cacau é plantado sob a sombra de outras árvores. Quando as árvores da mata original são preservadas para sombreamento, o sistema de plantio – o mais usado por grandes proprietários – é denominado 'cabruca' (figura 6). Estudo ecológico das fazendas de cacau, feito por Cristina Alves em 1990, mostrou que a diversidade de aves e mamíferos em cabruca é menor que em mata primária, mas maior que em áreas onde o cacau foi plantado sob bananeiras ou árvores exóticas, como a leguminosa *Erythrina*, após completo desmatamento. Esse outro sistema é denominado derruba total (figura 7). Mesmo com menor diversidade, a cabruca pode funcionar como *habitat* para espécies da fauna ameaçadas de extinção quando grandes áreas de mata (o *habitat* básico) fazem fronteira com esse sistema tradicional de plantio.

A partir de 1965, a Comissão Executiva para o Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), agência federal de pesquisa e desenvolvimento do cacau, incentivou os fazendeiros a aumentarem a produtividade usando o sistema de derruba total, mas a idéia não teve grande aceitação. Quase todos os grandes cacauicultores usaram a derruba total apenas em pequenos trechos das fazendas (figura 8), por causa do alto investimento em mão-de-obra. No caso dos pequenos cacauicultores, a proporção maior de desmatamento decorre das culturas de subsistência (banana, mandioca etc.) e não da derruba total.

Embora os grandes cacauicultores tenham mais áreas em cabruca e mais manchas de mata, eles foram responsáveis pela maior parte da área desmatada para plantar cacau nos últimos 25 anos (figura 9). Os períodos de preços altos do cacau e o financiamento oficial para o plantio de novas áreas foram as principais motivações desses desmatamentos. A partir de 1988, segundo os

FOTOS CEDIDA PELO AUTOR

Figura 7. Cacau plantado no sistema de 'derruba total' (sob espécies exóticas).

Plantio de cacau por área das propriedades

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Fazendeiros	16	16	16	17
Área média de cacau (ha)	18	33	82	434
Parcela média da terra ocupada com cacau	61%	47%	37%	35%
Parcela em cabruca	51%	55%	72%	86%
Parcela em derruba total	48%	44%	27%	13%

Figura 8. Área plantada com cacau.

Desmatamentos recentes por área de propriedade

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Fazendeiros	16	16	16	17
Desmatamento desde 1965 (ha)	211	174	536	2.448
Contribuição dos grupos	6%	5%	16%	73%
Desmatamento desde 1988 (ha)	20	55	86	327
Contribuição dos grupos	4%	11%	18%	67%

Figura 9. Desmatamentos nas fazendas de cacau.

fazendeiros, a razão principal dos desmatamentos deixou de ser o plantio de cacau ou a criação de pastagens. Mesmo pessimistas quanto ao cacau, os produtores admitem que a região é muito úmida, de solo acidentado e rochoso, o que dificulta a agricultura mecanizada e a pecuária. Na falta de alternativas agrícolas e de recursos para estas, os desmatamentos agora destinam-se principalmente ao comércio de madeira.

A maioria das árvores retiradas da região desde aquele ano vieram de manchas de floresta pertencentes a grandes proprietários. Mesmo assim, esse é o grupo que mostra maior interesse em conservar alguma floresta. Enquanto 90% dos pequenos produtores admitem que derrubariam suas matas se pudessem financiar a implantação de culturas agrícolas, 45% dos grandes produtores querem conservar áreas de floresta (figura 10). A intenção conservacionista está mais relacionada à área cultivada – e portanto ao nível de renda – do que à área total de terra: agricultores com grandes áreas cultivadas enfrentam menos pressão econômica para desmatar que agricultores com áreas parcialmente utilizadas. Isso mostra que os grandes cacauicultores são, paradoxalmente, a maior ameaça à mata e também a maior oportunidade para sua conservação.

Desmatamentos menores realizados por pequenos agricultores também não devem ser ignorados, em função das características ambientais dessas matas e do crescimento da pobreza na região. Esses agricultores, em geral posseiros, cortam ou queimam matas de menor valor econômico, mas de maior valor ecológico. Eles só obtêm a posse da terra após anos como posseiros, enfrentando a violência da polícia e dos 'administradores' dos proprietários ausentes. Sabendo que a oposição será maior em terras boas para o cacau, os posseiros optam por invadir terras arenosas. Entretanto, para algumas espécies ameaçadas, como o mico-leão-de-cara-dourada e o macaco-prego-de-peito-amarelo, a floresta baixa de solo arenoso, perto do mar, é imprescindível. Os remanescentes de mata em terrenos mais acidentados e de maior altitude, onde o acesso é difícil, também são importantes para outras espécies da flora e da fauna. Justamente nessas áreas de menor valor econômico estão as maiores manchas de mata remanescente no sul da Bahia. O sistema social da região cacaueira, com alta concentração de renda e forte clientelismo político, nega terras melhores aos pequenos agricultores.

A partir de 1988, a região viveu aguda redução no número de trabalhadores rurais assalariados, substituídos em parte por trabalhadores ocasionais ou 'empreiteiros' (figura 11). A economia brasileira, também estagnada, limitou as oportunidades de emprego no sul do país. O desemprego crescente no sul da Bahia aumentou o grupo dos mais pobres, com reflexos diretos nos conflitos associados a invasões de terras.

Políticas oficiais e desmatamento

O plantio de cacau deixou de ser a maior causa de derrubada e degradação da Mata Atlântica na região cacaueira no fim dos anos 80. Antes disso, o preço do produto e a esperada rentabilidade das novas lavouras incentivavam os fazendeiros a substituir matas por lavouras. O preço pesava mais na decisão de desmatar que os subsídios do governo, vindos do orçamento da Ceplac, alimentado até 1983 por imposto de 10% sobre o valor do cacau exportado. Mas 40% do desmatamento, na amostra pesquisada, foi realizado sem ajuda da Ceplac: os cacauicultores usaram recursos próprios. A queda contínua do preço do cacau esgotou as verbas da Ceplac, e hoje os recursos da entidade saem do orçamento da União e são

Intenções dos fazendeiros quanto às áreas de mata

(segundo grupos definidos pela área plantada com cacau)

Área plantada com cacau (ha)	Até 20	21-40	41-199	Mais de 200
Pretende conservar *(fazendeiros)*	1	3	7	5
(%)	10%	15%	44%	46%
Pretende cultivar *(fazendeiros)*	9	17	9	5
(%)	90%	85%	56%	55%
Casos válidos: 57	*Sem resposta/ Não sabem: 8*			

Figura 10. Atitudes dos cacauicultores em relação às suas florestas.

Trabalhadores assalariados e temporários (1988 e 1992)

(segundo grupos definidos pela área plantada com cacau)

Área plantada com cacau (ha)	Até 20	21-40	41-199	Mais de 200
Assalariados (1988) *	3,3	6,2	26,6	84,8
Assalariados (1992) *	1,3	2,4	8,4	16,7
Demitidos (1988 a 1992) *	2,0	3,8	18,3	68,1
Substitutos temporários *	1,5	3,1	12,2	44,4
Assariados demitidos (%)	61	61	68	80
Substitutos temporários (%)	58	50	45	52

* Média por fazendeiro.

Figura 11. Mão-de-obra nas fazendas de cacau.

quase totalmente consumidos com a folha de pagamento dos funcionários.

A decisão dos produtores de usar, na maior parte do plantio, o sistema de cabruca, apesar do incentivo oficial à derruba total, amenizou o papel da política governamental no desmatamento. A Ceplac, portanto, teve influência secundária no ritmo de desmatamento no sul da Bahia, superada pelas mudanças no preço do cacau e pela insistência dos cacauicultores em adotar o sistema de cabruca.

A derrubada de mata para plantar cacau acompanhou, com algum atraso, a última alta dos preços internacionais (figura 12). Mas a partir da queda no preço do produto para menos de US$ 1.000 por tonelada os desmatamentos recomeçaram. Quando os custos de produção do cacau superam o retorno para o cacauicultor médio que possui manchas remanescentes de mata, a madeira tornase fonte de renda imediata – motivo diferente do que estimulou o plantio de novas áreas.

Os proprietários de terra na região cacaueira reclamam que o governo proibiu o desmatamento na Mata Atlântica desde 1990, mas cobra imposto territorial maior para terra com mata do que para terra cultivada. A alíquota maior sobre terra com mata é resquício da política incentivadora do plantio. Com a inflação alta, porém, o valor das fazendas, base de cálculo do imposto territorial, tende a cair, e por isso a alíquota maior para áreas de mata não teve grande importância no desmatamento nos últimos tempos. Mas ainda assim é necessário rever o imposto territorial, reduzindo a carga tributária sobre áreas de mata destinadas por lei à preservação.

De forma surpreendente, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) dá a contribuição mais séria para o desmatamento no sul da Bahia, através das licitações de manejo florestal. Como foi proibido, em 1990, o corte da Mata Atlântica primária na região, os funcionários do Ibama classificam os remanescentes florestais da região como áreas de mata secundária, aptas à silvicultura 'sustentável', e autorizam planos de manejo. A regulamentação do Decreto 750, de fevereiro de 1993, deve minorar o problema, restringindo mais o uso dos remanescentes da Mata Atlântica, mas, por enquanto, com a permissão do Ibama, são explorados mais de 8.000 ha de mata na região cacaueira.

Apenas nos municípios de Una e Canavieiras, onde estudos constataram a presença de pelo menos cinco espécies de mamíferos reconhecidos pelo próprio Ibama como animais em extinção, 1.500 ha de mata têm planos de manejo aprovados. Mesmo que o desmatamento, legalizado pela submissão do Ibama aos interesses dos proprietários, ocorra em áreas restritas, a atitude serve para justificar cortes não-autorizados. Além disso, madeireiros com autorizações do Ibama podem facilmente burlar a lei, escoando toras de fazendas vizinhas.

Na verdade, é preciso reconhecer que a proibição e a fiscalização policial não solucionam o problema dos desmatamentos na situação econômica atual. Com a estagnação da economia cacaueira, a propagação da vassoura-de-bruxa

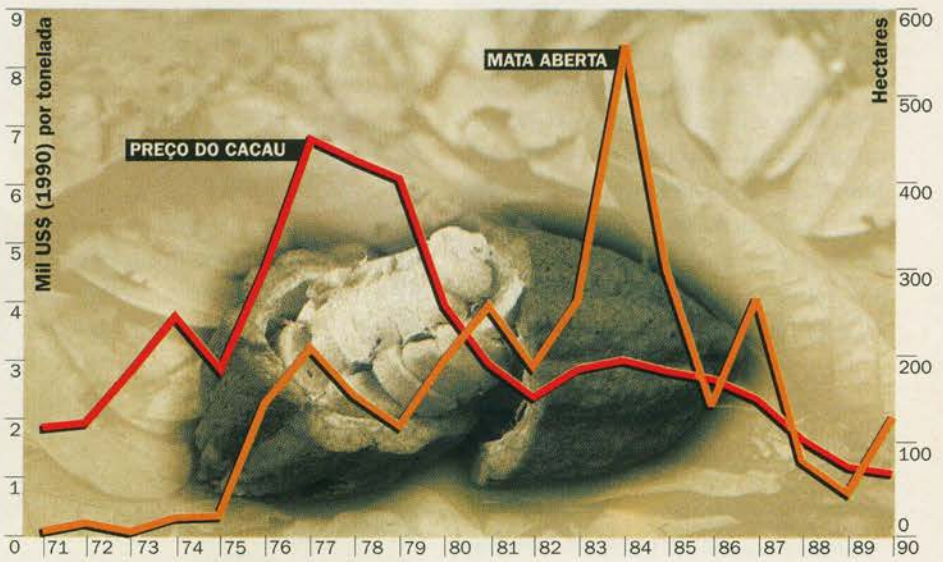


Figura 12. Relação entre o preço internacional do cacau e o desmatamento, na amostragem.

FONTE DO GRÁFICO: INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION AND SAMPLE DATA

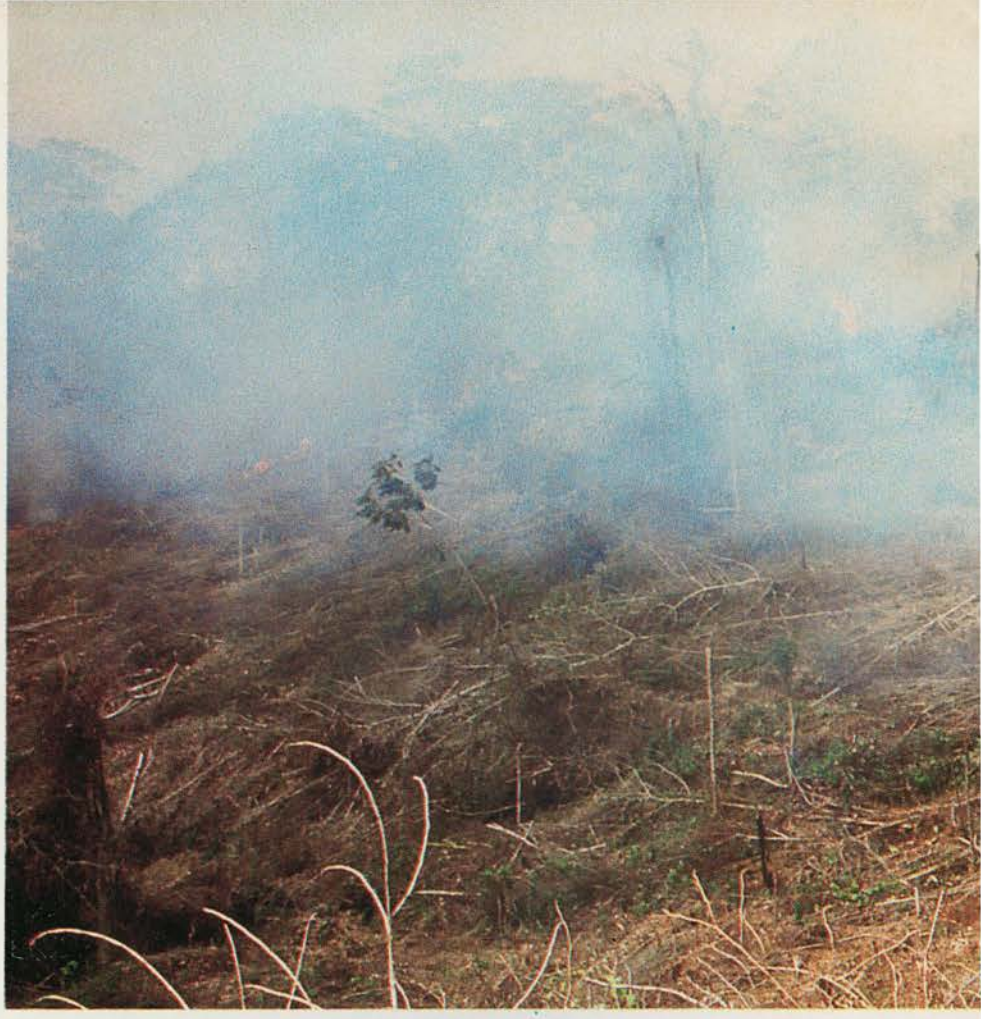
e o aumento da miséria rural, os escassos funcionários de uma agência federal pouco incentivada não têm como impedir os cortes de mata.

A política federal de reforma agrária é fator secundário, mas significativo, para os desmatamentos. Não há recursos para comprar terras para reforma agrária em áreas já desmatadas e apropriadas para agricultura, mas muitas vezes o governo reconhece *a posteriori* invasões de terra como assentamentos agrários para controlar a escalada de conflitos no campo. De certa forma, a lei fundiária atual incentiva invasões em áreas de mata, pois o governo só pode desapropriar e indenizar o dono de uma fazenda invadida, legalizando-a como área de reforma agrária, se a terra for 'ociosa'. Legalmente, a melhor prova dessa ociosidade é a existência de grandes áreas de mata e pouca área agrícola antes da invasão, já que a lei não considera terra com floresta como útil nem quando essa floresta é imprescindível para a preservação de espécies da flora e da fauna.

É viável mudar a lei fundiária para excluir terras de valor ambiental da definição de 'ociosa', mas isso dá pouco alento. Nos casos de reforma agrária *post facto*, onde quase sempre há ameaça de violência rural, é difícil para o governo defender terras de latifundiários usando argumentos ambientais. A política de reforma agrária tem pouca participação na área total desmatada no sul da Bahia, comparada à derrubada praticada por grandes proprietários, mas o grande valor ecológico das matas extintas ou degradadas por causa dessa política multiplica sua importância como causa de desmatamento ecologicamente destrutivo.

Alternativas para a conservação

A situação da economia cacaueira baiana sugere que a conservação de manchas remanescentes de mata pelos latifundiários está chegando ao fim. Com a vassoura-de-bruxa, plantações extensivas exigem mais mão-de-obra proletariada, o que implica perda de produtividade. O cacau baiano, já com a produção reduzida em um terço pelo menor uso de mão-de-obra e insumos, vai tornar-se menos competitivo que o da Malásia ou da Costa do Marfim, protegidos da doença. Os baixos preços internacionais também reduzirão a produção em outras partes do mundo, mas o plantio mundial de cacau nos anos 80 está alcançando agora a plena produção, garantindo oferta extra, capaz de deprimir os preços por alguns anos. A médio prazo (até o fim dos anos 90), o aumento do consumo mundial poderia elevar novamente os preços. Mesmo assim, o pessimismo quanto à competitividade do cacau baiano provavelmente desviará os ganhos para outras culturas.



Há muita discussão sobre diversificação de culturas, mas a topografia e o clima da região não oferecem, até agora, alternativa agrícola para os latifúndios. É mais provável que os grandes proprietários vendam as terras ou as dividam em unidades menores, mais adequadas para lidar com a vassoura-de-bruxa. A troca do cacau por outras culturas ou por gado não é considerada remunerativa. O desmatamento atual para a venda da madeira está gerando terra preparada para gado mais por falta de alternativas do que por entusiasmo pela pecuária.

O principal dilema dos ambientalistas, na região cacaueira, é a constatação de que a maior parte dos remanescentes da Mata Atlântica está nas mãos dos grandes fazendeiros, que tradicionalmente monopolizaram benefícios do governo, porque a assistência técnica e financeira foi proporcional à produção de cacau. A biodiversidade existente nas manchas da Mata Atlântica situadas dentro das fazendas, porém, é um bem público global, e sua conservação provavelmente justifica uma política de compensação para proprietários que se comprometam a não degradar essas áreas.

Tal política exigiria incentivos econômicos para que os fazendeiros não desmatassem (subsídios para formação de reservas particulares, por exemplo) e seria mais econômica do que a criação de reservas públicas – que dependeriam também da interligação de fragmentos de matas. Proprietários interessados nesses benefícios e que através deles aprendessem a apreciar os bens ambientais conservados provavelmente ofereceriam mais proteção à floresta do que o próprio Ibama. Sem incentivos para a conservação dos maiores trechos de mata particular, o abandono ou a dispersão das grandes plantações de cacau pode eliminar quase todos os remanescentes florestais do sul da Bahia.

Por outro lado, estimular grandes cacauicultores para que conservem matas reforçaria a tendência governamental de favorecer latifundiários. O Conselho Nacional dos Produtores de Cacau (CNPC), entidade representativa dos grandes cacaicultores baianos, adota agora a idéia de que o governo deve apoiar os preços do cacau como política ambiental: preços subsidiados seriam compensados com a manutenção da cabruca, e dos animais e vegetais a ela associados. A proposta não inclui qualquer compromisso com a preservação da mata primária existente nas fazendas, onde a diversidade é maior e mais ameaçada do que na cabruca.

Uma política que premiasse grandes cacauicultores em troca da preservação da floresta também não ofereceria alternativas aos pequenos proprietários ou aos sem-terra, já que a floresta ficaria excluída das áreas passíveis de reforma agrária e, ao mesmo tempo, a pobreza crescente aumentaria a pressão para invadir essa floresta. Mesmo que, a longo prazo, parcela menor das manchas de mata fosse salva com assistência a pequenos produtores e assentamento dos sem-terra, políticas ambientais que os excluíssem seriam a curto prazo taxadas de injustas, tornando a conservação da floresta politicamente insustentável.

O grande valor ecológico da mata contígua a unidades de conservação, que vem sendo derrubada por posseiros e assentados, justifica maiores esforços dos ambientalistas no sentido de conseguir outras terras para a reforma agrária. Como restam apenas de 2% a 7% da floresta nativa da região, futuros assentamentos agrícolas deveriam ser limitados a terras já desmatadas. Por tudo isso, as políticas de conservação de florestas no sul da Bahia devem considerar os meios menos custosos de salvar remanescentes da Mata Atlântica ecologicamente importantes, prevendo alternativas econômicas para os pequenos agricultores.

O esforço para remediar a política ambiental no País é indispensável, mas só terá frutos a médio e longo prazos. Até lá, as organizações não-governamentais (ONGs) podem fazer muito para salvar matas, promovendo educação ambiental, orientando a criação de reservas públicas e particulares, desenvolvendo alternativas econômicas conservacionistas e 'fiscalizando' a execução das políticas oficiais. Se tal atuação não for bem-sucedida, é provável que as mudanças na economia cacaueira da Bahia eliminem ou degradem, nos próximos 10 anos, todos os remanescentes da Mata Atlântica nas fazendas de cacau.

Sugestões para leitura

ALVES, M.C., 'The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil'. University of Florida, Gainesville, Florida, EUA, 1990 (tese de mestrado).

FONSECA, G.A.B., 'The vanishing Brazilian Atlantic Forest', em *Biological Conservation* nº 34(1), pp. 17-34, 1985.

GASPARETTO, A., 'Concentração fundiária e produtiva: estudo empírico-metodológico', Itabuna, Ceplac, 1986.

OLIVIER, W.L.R. & SANTOS, I.B., 'Threatened Endemic Mammals of the Atlantic Forest Region of South-East Brasil, em *Special Scientific Report* nº 4, Jersey Wildlife Preservations Trust, 1991.

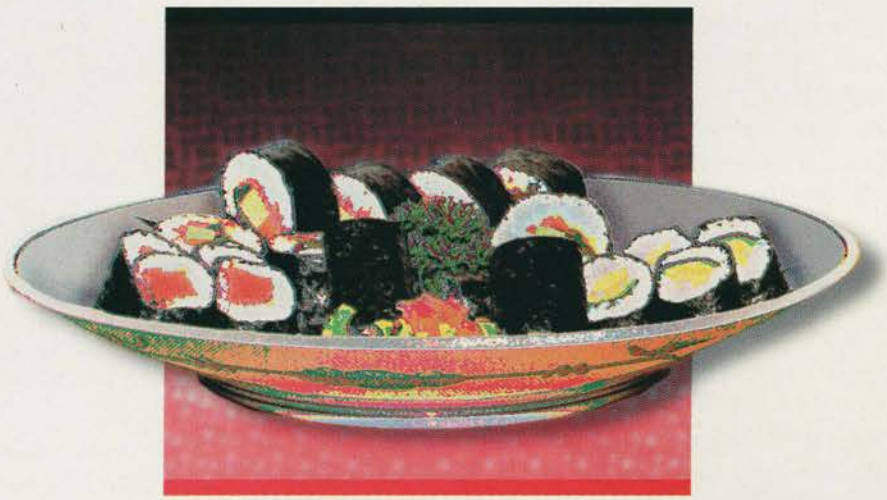
THOMAS, W. & CARVALHO, A.M., 'Projeto Mata Atlântica Nordeste: Estudo fitosociológico de Serra Grande, Uruçuca, Bahia, Brasil', 1993 (estudo apresentado ao XLIV Congresso Nacional de Botânica, em São Luís, Maranhão).

Pepinos-do-mar

sobre sushi, sedimentos e cobiça

Jesús Eloy Conde

Laboratorio de Biología Marina,
Centro de Ecología,
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.



QUANDO ALGUÉM SABOREIA O SUSHI *NAMAKO* NÃO IMAGINA QUE ESTÁ CONTRIBUINDO PARA UMA GRANDE MATANÇA, QUE PREOCUPA CIENTISTAS E DEFENSORES DO MEIO AMBIENTE EM TODO O MUNDO. O PROBLEMA É QUE ESSA VARIEDADE DE SUSHI É FEITA COM PEDAÇOS DE HOLOTÚRIOS, OU PEPINOS-DO-MAR, PEQUENOS ANIMAIS QUE VIVEM NO LODO DEPOSITADO NO FUNDO DOS OCEANOS, COMENDO SEM PARAR ESSE MESMO LODO E ENRIQUECENDO-O COM NUTRIENTES QUE PODEM SER A BASE DE CADEIAS ALIMENTARES MUITO IMPORTANTES. O ESTUDO DO VERDADEIRO PAPEL ECOLÓGICO DESSES ESTRANHOS SERES TORNA-SE A CADA DIA MAIS URGENTE, EM FUNÇÃO DOS ATOS DE PIRATARIA E TERROR QUE O INTERESSE COMERCIAL EM TORNO DELES VEM PROVOCANDO.

Ao lado das histórias de samurais e dos produtos eletrônicos, o sushi foi uma das pontas de lança da popularização do Japão no Ocidente. Embora nem sempre seja considerado um prato típico da culinária nipônica, ir a um restaurante japonês sem saborear a iguaria – feita basicamente de arroz e frutos-do-mar crus – seria o equivalente a visitar Roma sem ver o Papa. A aparência simples do sushi, porém, esconde uma impressionante lista de curiosos e apetitosos ingredientes. Da carne e das ovas de peixes conhecidos, passando por camarões e outros crustáceos, até formas inquietantes e difíceis de identificar, que lembram cenas de filmes de ficção científica, os sushis poderiam servir de índice para qualquer texto sobre invertebrados marinhos.

Na ponta menos atraente dessa lista está a variedade de sushi chamada *namako*: um montinho de arroz sobre o qual se acomoda um pedaço viscoso de pepino-do-mar. Apesar do nome, os pepinos-do-mar, ou holotúrios, não são vegetais. São organismos tubulares, alongados, que rastejam nas profundidades marinhas. Esses animais são muito valorizados no Extremo Oriente, onde podem alcançar preços tão altos que desencadeiam a cobiça em nossas economias terceiro-mundistas empobrecidas. Os orientais lhes atribuem propriedades afrodisíacas – não só ao sushi *namako* mas também ao *trepang*, iguaria consumida na China e em outros países orientais, na qual os pedaços de holotúrio são cozidos, dessecados e acrescentados à sopa. O valor e a importância dos holotúrios, porém, estão muito além do que oferecem como *delicatessen* ou como possível restaurador da libido.

Do ponto de vista funcional, as cerca de 1.200 espécies de holotúrios (figura 1) pertencem, em sua maioria, a um grupo mais amplo de animais denominados *deposit feeders* – literalmente, comedores de depósitos ou sedimentos. Esse grupo inclui muitos outros tipos de

animais, entre eles os crustáceos anfípodos (sem carapaça e com dois tipos de patas), os moluscos bivalves (com conchas divididas em duas partes) e gastrópodos (de concha única, que arrastam-se sobre o ventre), e vários organismos em forma de verme (nematódeos, oligoquetos, poliquetos e sipunculídeos). Os animais comedores de depósitos exercem importante papel nos ecossistemas do fundo do mar, onde produzem mudanças substanciais, de ordem física, química e físico-química, em função da ingestão intensiva e selecionada da camada superficial do sedimento e da deposição de excrementos nesse ambiente. Entre os *deposit feeders*, os holotúrios são os mais estudados e os que causam maior impacto sobre os ecossistemas do fundo do mar, por serem maiores.

Parentes próximos das estrelas-do-mar e dos ouriços, os holotúrios podem ser concebidos – numa escala minimalista – como um amplo aparelho digestivo, rodeado de matéria viva mais ou menos acessória, através da qual os sedimentos passam de modo quase contínuo. Sua única razão de ser parece ser ingerir e defecar sedimento, enquanto vagam pelo fundo do mar sem objetivo aparente. Mais do que um estranho desígnio cósmico, essa é uma resposta ao imenso problema que é viver de um recurso de valor nutritivo tão baixo que é necessário consumi-lo em grandes quantidades. Entretanto, apesar das aparências, não é absolutamente correto dizer que esses animais comem sedimentos. Na verdade, os sedimentos atravessam os holotúrios, que de alguma forma extraem deles seu sustento.

A GULA

Embora algumas espécies possam atingir vários metros de comprimento, como *Stichopus variegatus* e *Synapta maculata*, a maioria dos holotúrios mede entre 10 e 30 cm na idade adulta. Mesmo sendo relativamente pequenos, os holotúrios são tão diligentes que um exemplar adulto de espécies como *Holothuria mexicana* ou *Isostichopus badionotus*, com cerca de 30 cm, pode processar em média até 120 g de sedimento por dia, o que representa 44 kg por ano (figura 2). Esse total não é exceção ao padrão geral, pois *H. atra* e *H. floridana* processam respectivamente 70 e 30 kg por ano – a primeira espécie consome quase 200 g diárias. Outras espécies, porém, são menos vorazes: *H. arenicola* não passa de 60 g de sedimento por dia, em média, e *Stichopus tremulus* consome apenas 2,1 g diárias.

Figura 1. Os holotúrios, como os da espécie *Isostichopus badionotus*, passam a vida ingerindo e processando o sedimento do fundo do mar.

Como em muitas medidas biológicas, tais médias escondem a grande variação existente dentro de cada espécie e os fatores que a produzem. Na Venezuela, por exemplo, as quantidades de sedimento processadas diariamente por *H. mexicana* (43 a 92 g) e *I. badionotus* (30 a 60 g) são muito menores do que o *trabalho* diário das mesmas espécies na Jamaica (112-119 g e 68-118 g, respectivamente). Essa variação provavelmente decorre dos diferentes tamanhos dos animais usados nos cálculos, mas também pode ser causada por diferenças na disponibilidade de matéria orgânica e de nitrogênio nos sedimentos. Em outras espécies de holotúrios, o consumo de sedimento também é variável: em *H. arenicola* oscila de 40 a 70 g diárias.

Mas a quantidade de sedimento que um holotúrio processa não é o mais importante. O poderoso impacto ambiental desses animais decorre, principalmente, da densidade de algumas espécies, como as que vivem entre 200 e 2.000 m de profundidade – *Kolga hyalina*, *Ypsilothuria talismani*, *Echinocucumis hispida* e *Elpidia* sp. Em situações especiais, tais espécies apresentam dezenas ou centenas de milhares de indivíduos em pouco mais de um hectare.

As altíssimas densidades ocorrem geralmente em *canyons* ou perto destes, e parecem estar relacionadas à presença de parques de sedimentos ricos em matéria orgânica. Espécies de águas superficiais também podem alcançar impressionante abundância, da ordem de vários milhões de indivíduos por hectare (figura 3). Considerando tais densidades, o volume de sedimento ingerido assume proporções gigantescas. Pesquisa realizada com várias populações de holotúrios, em um campo da planta marinha *Thalassia testudinum*, na costa ocidental da Venezuela, mostrou que, em uma área de pouco mais de dois hectares, passam pelo aparelho digestivo de *Holothuria mexicana* e *Isostichopus badionotus* entre uma e 2,3 toneladas de sedimentos por ano.

A atividade dos holotúrios, incluindo ingestão, processamento e expulsão do material sedimentar, foi denominada

ADRIANA SAMBRANO E ROBERTO RUIZ

reworking ('retrabalhamento'). O processo, entre outros efeitos, destrói e estratifica o sedimento original e altera sua estabilidade físico-química, além de exercer papel fundamental na estruturação da microcomunidade do fundo do mar, inclusive inibindo o crescimento de larvas que se fixam nesse substrato.

Embora pareça que os holotúrios vivem apenas para comer sedimentos, essa ingestão não é um processo passivo. Sabe-se hoje que muitas espécies preferem certas frações do sedimento e mostram aversão por outras. No litoral da Venezuela, a espécie *Isostichopus badionotus* seleciona as frações mais finas do sedimento (os lodos), evita ingerir cascalho e consome areias apenas na proporção em que estão misturadas no sedimento do ambiente em que vive. Na mesma área, a espécie *Holothuria mexicana* tem comportamento semelhante, mas não tão radical (figura 4). As razões da ingestão seletiva de sedimento ainda não foram estabelecidas de modo definitivo. Algumas espécies parecem rejeitar sedimentos grossos por razões morfológicas internas. Também pode ser determinante o fato de que muitas espécies têm peças bucais cobertas por um muco adesivo – que, é lógico supor, retém mais facilmente partículas mais finas, fazendo com que sejam ingeridas com maior freqüência.

Vários modelos, elaborados com base nessas premissas, tentam explicar a seletividade dos comedores de sedimentos. Outros fatores, porém, devem estar em jogo, já que em algumas circunstâncias *H. mexicana* e *I. badionotus* não escolhem o sedimento. Nas Bermudas, onde *I. badionotus* não tem *H. mexicana* como competidor, a espécie não se dá ao trabalho de selecionar o 'alimento', e na Jamaica, onde as duas espécies coexistem, mas em densidades muito baixas, ocorre algo semelhante. A competição, portanto, parece desencadear a ação seletiva nessas espécies.

Um dos fatos mais interessantes observados em certos holotúrios e outros comedores de depósitos é o enriquecimento orgânico do sedimento ocorrido no aparelho digestivo desses animais. A prova está na composição de suas fezes, que concentram determinados elementos (como nitrogênio, carbono e fósforo) em quantidades várias vezes superiores, em certos casos, às do sedimento ingerido. O fenômeno foi observado em espécies como *Holothuria mexicana* e *Isostichopus badionotus*. Em *I. badionotus*, as fezes podem conter até o dobro da quantidade de nitrogênio encontrado no sedimento circundante (figura 5). *H. mexicana* revela enriquecimento menor: as medições apontaram até 27%. Em outras espécies, *Stichopus tremulus*, as fezes contêm até quatro vezes mais matéria orgânica que o sedimento circundante.

A multiplicação dos nutrientes nas fezes não é exclusiva dos holotúrios, sendo observada em muitos comedores de sedimentos. Os bolos fecais do crustáceo *Corophium volutator* podem ser de nove a 240 vezes mais ricos em nutrientes que o sedimento ingerido, dependendo do tamanho das partículas. O fenômeno pode dar a entender que a matéria – e de certo modo a energia – está sendo criada a partir do nada, o que tornaria o petróleo obsoleto (quem usaria gasolina, quando bastaria pôr sedimento e alguns holotúrios no tanque do carro?). Mas na verdade o enriquecimento do sedimento excretado pelos holo-

ADRIANA SAMBRANO E ROBERTO RUIZ

Figura 2. Um único pepino-do-mar da espécie *Holothuria mexicana* é capaz de consumir 120 g de sedimento por dia, ou 44 kg por ano.

Espécie	Indivíduos por hectare
Ypsilothuria talismani (a)	95.379
Echinocucumis hispida (a)	29.843
Elpidia sp. (a)	43.949
Kolga hyalina (a)	501.701
Cherbonniera utriculus (a)	5.275
Holothuria mexicana (r)	9.400
Isostichopus badionotus (r)	7.667
Holothuria atra (r)	350.000
Holothuria arenicola (r)	5.000
Holothuria difficilis (r)	2.000.000
Pentacta doliolum (s)	4.640.000
Pseudocnella insolens (s)	3.372.000
Thyone aurea (s)	3.772.000

Fontes: Bakus (1973), Hammond (1981), Barkai (1991), Billett (1991).

Figura 3. Abundâncias máximas encontradas para várias espécies de holotúrios: abissais (a) e de águas rasas (r).

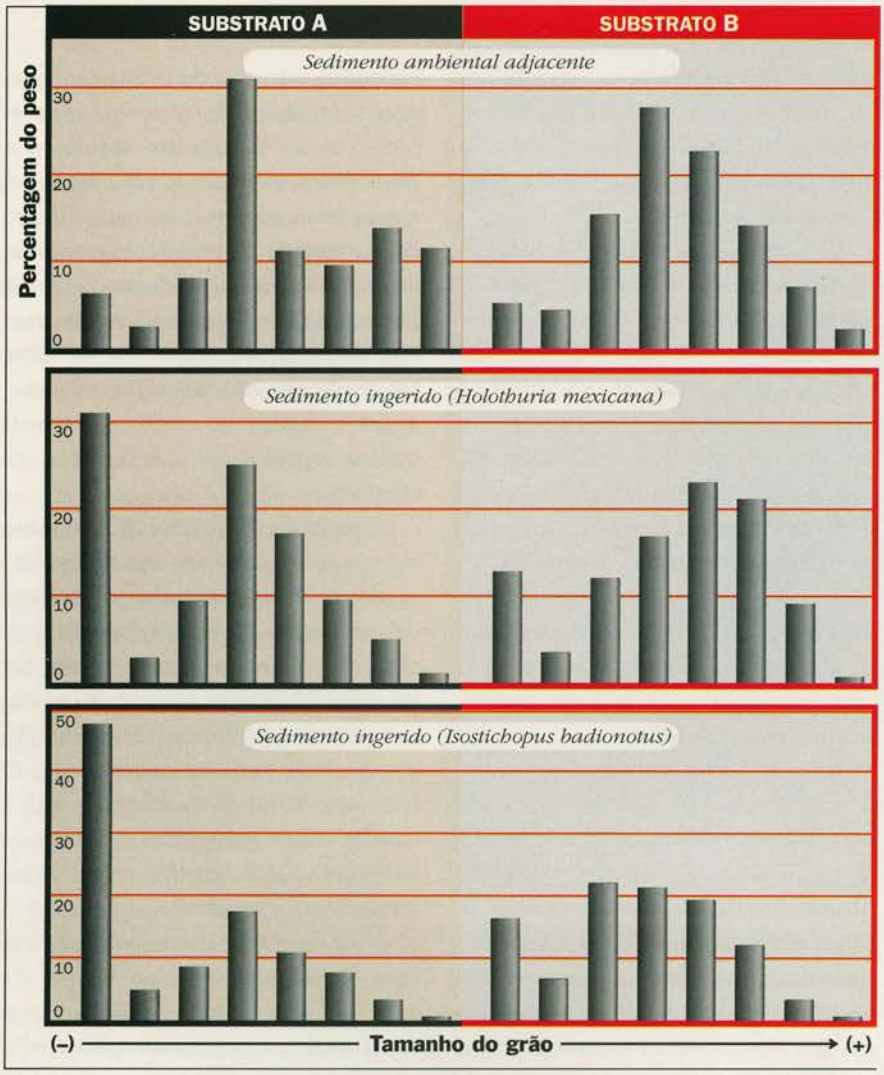


Figura 4. Distribuição de freqüências de tamanhos de grãos no sedimento adjacente e no sedimento ingerido por *Holothuria mexicana* e *Isostichopus badionotus*, **em dois substratos.**

Espécie	Sedimento adjacente	Bolo fecal	% de enriquecimento e significação
Parastichopus parvimensis	6,77	5,59	-17,4 (*)
Stichopus tremulus	1,36	3,01	121,3 (*)
	0,91	4,43	386,8 (*)
	1,04	4,03	287,5 (*)
	1,16	3,35	188,8 (*)
	1,20	4,00	233,3 (*)
Isostichopus badionotus	2,97	3,76	26,6 ( )
	5,16	6,48	25,6 ( )
	1,54	2,78	80,4 (*)
	3,42	6,58	92,1 (*)
Holothuria mexicana	1,54	2,01	30,1 (*)
	3,42	4,05	18,2 (*)

Fontes: Yingst (1976), Hauksson (1979), Sloan & Von Bodungen (1980), Conde et al. (1995).

Figura 5. Conteúdo de matéria orgânica (em %) no sedimento adjacente e no bolo fecal de várias espécies de holotúrios, com diferenças estatisticamente significativas (*) e não-significativas ( ).

túrios tem explicações mais concretas, baseadas nos processos físicos de transformação de energia.

O fenômeno é atribuído à preferência de muitas espécies desses animais pelas partículas mais finas do sedimento, em especial as argilas, que não apenas têm maior área para adesão de moléculas orgânicas como representam um substrato melhor para o crescimento de bactérias. Portanto, ao escolher as frações mais finas, o holotúrio ingere a parte mais rica do sedimento.

O processo de acumulação e transformação do conteúdo do material ingerido, porém, não depende apenas de características do sedimento (tamanho dos grãos, origem, quantidade e qualidade dos compostos orgânicos) ou da capacidade da espécie de selecionar partículas mais ricas em matéria orgânica. Deve-se considerar ainda a presença, no trato digestivo dos holotúrios, de uma flora bacteriana capaz de transformar ou fixar compostos ricos em nitrogênio.

No sistema digestivo de holotúrios abissais dos gêneros *Pseudostichopus*, *Deima* e *Psychropotes*, e do ouriço comedor de sedimentos *Equinocardium cordatum*, por exemplo, foi encontrada uma ativa flora bacteriana. Os bolos fecais do camarão comedor de detritos *Palaemonetes pugio* também contêm grande número de bactérias, vindas de seu trato digestivo. Na maioria dos holotúrios, o sedimento ingerido mantém-se no intestino por tempo suficiente (três horas ou mais) para que o nitrogênio seja fixado pelas bactérias intestinais (figura 6).

Outro fato importante, comentado por vários autores mas ainda sem dados conclusivos que o comprovem, é o efeito que as fezes dos holotúrios teriam como pontos enriquecidos no substrato. Observações de campo, envolvendo as espécies *H. mexicana* e *I. badionotus*, sugerem que suas fezes são muito atraentes para diversos tipos de animais marinhos, gerando impulsos de biodiversidade. As

Espécie	Tempo
Holotúrios de águas rasas	
Stichopus japonicus	30
Holothuria atra	10-36
Holothuria difficilis	15
Holothuria mexicana	6-8 (Jamaica)
	3,5-4 (Venezuela)
Isostichopus badionotus	6-8 (Jamaica)
	3-3,5 (Venezuela)
Holotúrios abissais	
Gêneros Pseudostichopus,	
Diema e Psychropotes	16

Fontes: Bakus (1973), Deming & Colwell (1982), Hammond (1982), Conde et al. (1995).

Figura 6. Tempo de passagem do sedimento através do trato digestivo de várias espécies de holotúrios (em horas).

duas espécies também aproveitam esses nutrientes, ingerindo com freqüência suas próprias fezes. Tal fonte de nutrientes pode ser a base de uma importante cadeia alimentar alternativa, em lugar do material orgânico derivado de plantas vasculares (com vasos de seiva) marinhas, indigerível para a maioria dos animais, tanto que os detritívoros marinhos o excretam em estado relativamente inalterado.

Outros aspectos dos holotúrios chamam muito a atenção. Para um ecólogo de populações, é intrigante observar a homogeneidade do tamanho dos indivíduos de várias espécies de holotúrios tropicais e a generalizada ausência de jovens. No litoral venezuelano, estudos constataram que 90% dos indivíduos de *I. badionotus* mediam de 10 a 24 cm, e que 73,5% dos indivíduos de *H. mexicana* atingiam de 15 a 30 cm. Nessas espécies, portanto, os índices de variação do comprimento são, respectivamente, de 34,8% e 24,9%, valores relativamente baixos diante da alta variabilidade dos parâmetros biológicos observados. Curiosamente, as percentagens respectivas de jovens atingiram apenas 10% e 1,3%.

Isso parece derivar do processo reprodutivo dos holotúrios: já entediados por ingerir sedimento dia após dia, esses organismos perderam toda a esperança de uma 'diversão', escolhendo a fissão (divisão simples do corpo) como mecanismo de reprodução – embora seja impossível garantir que a fissão não constitua, de modo inexplicável para os mamíferos, motivo de regozijo para certos animais.

Chama a atenção, ainda, a proliferação explosiva dos holotúrios na noite absoluta das grandes profundidades. Esses animais foram encontrados até perto de 11.000 m de profundidade, onde têm nítida predominância sobre outros organismos – o que garante a esse *habitat* o título de reino dos holotúrios. A 8.500 m de profundidade, eles podem representar 90% da biomassa total, embora ainda sejam pouco conhecidos os mecanismos que asseguram sua vida com sucesso em tais profundidades.

A COBIÇA

Existem muitos exemplos da exploração desenfreada de um recurso marinho até sua extinção ou esgotamento comercial. Há casos que envolvem camarões, lagostas, baleias e certos tipos de peixes, mas quem iria pensar que isso pudesse acontecer com holotúrios? Mas assim é. Tais criaturas são alvo da cobiça humana, e esta pode levar a ações irracionais. Principalmente quando se sabe que o mercado mundial de holotúrios representa umas 300 mil toneladas anuais.

O esgotamento dos holotúrios do Pacífico tornou a extração indiscriminada desses animais, visando sua exportação para o Extremo Oriente, um problema em vários locais da América Latina. No início de janeiro de 1995, as Ilhas Galápagos foram palco de um conflito – denominado 'guerra dos pepinos' – entre pescadores equatorianos e militantes conservacionistas. Estes, ao tentar evitar a captura em excesso de holotúrios, foram seqüestrados pelos pescadores e sofreram ameaças de violência, só sendo libertados com a chegada de soldados enviados pelo governo equatoriano.

O pandemônio começou no dia 15 de outubro de 1994, quando foi liberada oficialmente a captura do holotúrio *Isostichopus fuscus* por um período de três meses, com uma cota total de extração de 550 mil indivíduos. Em apenas dois meses, porém, os 800 'pepineiros' coletam entre seis e sete milhões. Eles também recolheram ouriços e cavalos-marinhos, caracóis e coral negro. Pior ainda, um dos pescadores admitiu terem sido enviados ao Japão pênis de lobos-marinhos, para serem testados em novo afrodisíaco. O comprador japonês – o cúmulo da perversidade, por qualquer lado que se encare – pagava US$ 50 por pênis.

O dano não se limitou à extração e mutilação dos animais marinhos. Nos barcos dos pescadores, ancorados a pouco menos de sete metros da costa da Ilha Fernandina, havia galinhas vivas, vegetais, ratos, insetos e outros organismos cuja introdução acidental no arquipélago certamente seria um perigo para a fauna e a flora nativas. Comprovados os abusos, a captura de holotúrios foi proibida no dia 15 de dezembro, até que se realizassem estudos científicos adequados.

Os 'pepineiros' não gostaram da decisão e, por vingança, seqüestraram as equipes da Estação de Pesquisa Darwin

e do Serviço de Parques do Equador, incluindo esposas e filhos de muitos dos funcionários. Ameaçaram também matar as tartarugas que vivem em cativeiro na estação ecológica e provocar incêndios nas ilhas. Repetindo um dos estereótipos do terrorismo, um pescador, com o rosto escondido sob uma máscara de esquiar, prometeu diante das câmeras de televisão que, se a proibição da captura fosse mantida, "correria sangue".

Na Venezuela, recentemente, o Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais recusou o pedido, feito por uma empresa coreana, para extrair holotúrios na costa do país. A decisão baseou-se no pouco conhecimento existente sobre a ecologia desses animais (figura 7). A questão, porém, parece não ter se encerrado com a negativa. A imprensa venezuelana publicou que um barco coreano fez incursões em águas do Parque Nacional de Mochima, no leste da Venezuela, para extrair holotúrios furtivamente.

Em outro parque nacional, o de Moncorroy, foi denunciado que um misterioso caminhão de carga recolhe periodicamente os holotúrios capturados por pescadores. Há informações de que outras localidades também são visitadas por barcos ou caminhões de carga, aos quais os pescadores entregam holotúrios para o tráfico ilegal. Não se sabe o destino dos animais, mas não é difícil adivinhar. Admite-se, também, que existem cumplicidades em vários níveis, incluindo entre os responsáveis pela supervisão e pelo controle dos parques nacionais.

Cabe indagar se os setores conservacionistas da Venezuela têm condições de enfrentar com sucesso uma crise semelhante à de Galápagos. Embora no país várias organizações ambientalistas privadas e várias instâncias governamentais preocupem-se com a questão, os holotúrios são um recurso marinho considerado até repugnante, que dificilmente desperta simpatias, como os inteligentes golfinhos, as grandes e aparentemente indefesas tartarugas ou as ameaçadas baleias. As previsões para a defesa dos holotúrios, portanto, não são promissoras.

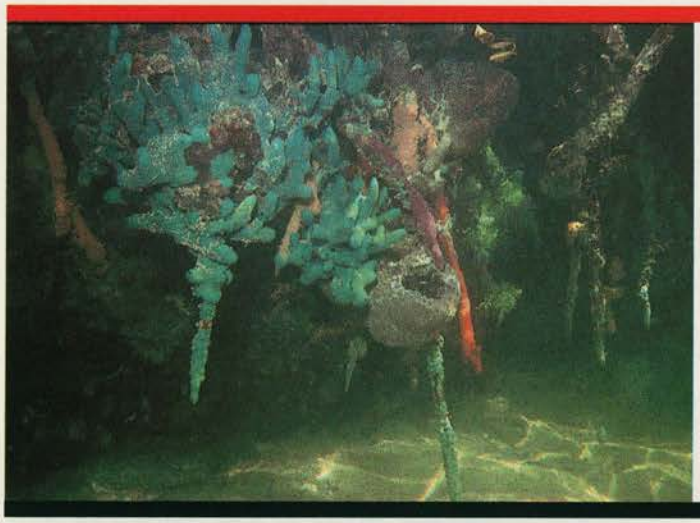


Figura 7. A comunidade de raízes dos manguezais venezuelanos é o *habitat* de várias espécies de holotúrios.

Por tudo isso, é preciso evitar a repetição de um processo com o qual a América Latina foi obrigada a conviver durante toda a sua história: a extração indiscriminada de seus recursos naturais. O tremendo poder aquisitivo dos países mais desenvolvidos, unido às economias deprimidas dos setores marginais da América Latina, leva a um fenômeno de sucção quase automática de recursos naturais, da periferia para as sociedades afluentes, que habitualmente culmina no esgotamento irreversível desses recursos. É difícil proibir um pescador artesanal, paupérrimo, analfabeto, que vive num ambiente degradado, de colher alguns quilos de pepinos-do-mar (ou de qualquer outro animal marinho) para vender e obter comida para sua numerosa família. Mas não se pode deixar nas mãos desse pescador a decisão sobre quanto ou o que pescar.

Embora existam exemplos de práticas pesqueiras tradicionais ecologicamente viáveis, a visão do bom selvagem vivendo uma plena e sábia integração com o mar serve apenas para os cartões-postais ou os vídeos de promoção turística. Como se pôde perceber com o conflito das Ilhas Galápagos, alguns pescadores não percebem ou preferem ignorar os ritmos da natureza, centrando seu interesse em obter ganhos imediatos (porém não-sustentáveis). Isso os converte em veículos da cobiça, acima de qualquer consideração ética, dos empresários e daqueles que se aproveitam de seus cargos públicos para obter lucro pessoal.

Um último cenário parece muito fácil de prever: após vários milhões de anos, quando o *Homo sapiens* já for uma espécie fóssil e esquecida, que arrasou o planeta, os holotúrios, previsivelmente tubulares, milenares, incansáveis, continuarão tragando sedimentos nos mares desolados.

Sugestões para leitura:

Barkai A. 'The effect of water movement on the distribution and interaction of three holothurians species on the South African west coast', *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology*, 153: 241-254, 1991.

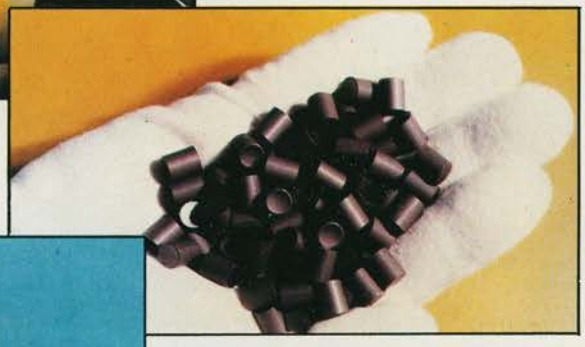
Sambrano A., Díaz H. e Conde J.E., 'Caracterización de la ingesta en Isostichopus badianotus (Salenka) y Holothuria mexicana Ludwig (Echinodermata: Holothuroidea)', *Caribbean Journal of Science*, 26: 45-51, 1991.

Stone R. 'Fishermen threaten Galapagos', *Science*, 267: 611-612.

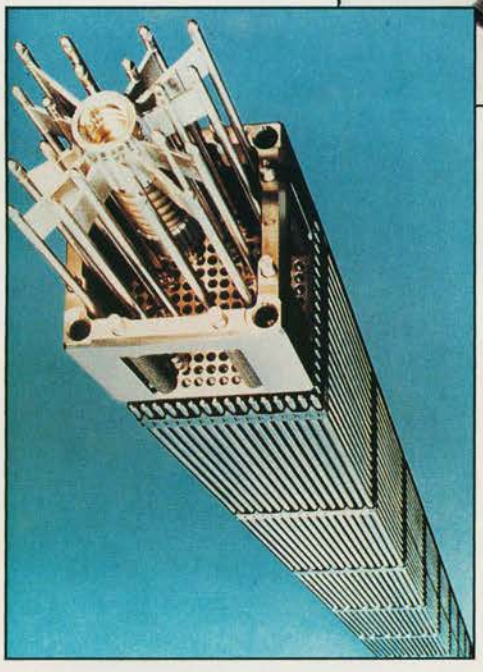
Gray J.S., 'Animal-sediment relationships', *Oceanography & Marine Biology Annual Review*, 12: 223-261, 1974.

HUMBERTO DIAZ

Produção de concentrado de urânio ("yellow cake") em Poços de Caldas, MG.



Produção de pastilhas de urânio (em fase de montagem), em Resende , RJ



Montagem de elementos combustíveis para usinas nucleares, em Resende, RJ

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

INB

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A.

Tecnologia para construir o futuro

Há uma galáxia gigante à nossa porta

Renée C. Kraan-Korteweg
Observatório de Meudon, França.

O conhecimento do que se esconde atrás da Via Láctea pode mudar nossa concepção do Universo próximo

Essa incontornável Via Láctea dissimula, provavelmente, outros objetos além dos que conhecemos. Talvez milhares deles.

Bem perto do nosso aglomerado galáctico, enorme galáxia, de dimensões semelhantes às de Andrômeda, foi descoberta em zona que ainda permanecia inacessível à observação. Essa descoberta é um novo passo para se determinar a estrutura e a densidade do Universo.

Quando a noite é escura e sem luar e estamos longe das luzes da cidade, podemos ver delineada sobre a abóbada celeste a grande faixa esbranquiçada que os antigos gregos batizaram de Via Láctea. Essa magnífica luz opalina, emitida por centenas de milhões de estrelas e difundida pelas nuvens de poeira de nossa galáxia constitui um verdadeiro obstáculo à exploração do cosmos. Pelo menos 20% do Universo distante situado por trás da Via Láctea oculta-se da observação astronômica, como mostra o esquema ao lado. Por isso, até agora, os astrofísicos limitaram suas pesquisas ao estudo das regiões do céu situadas fora dessa zona proibida, também chamada de 'Zona de Ocultamento' (em inglês, *Zone of Avoidance* – ZOA).

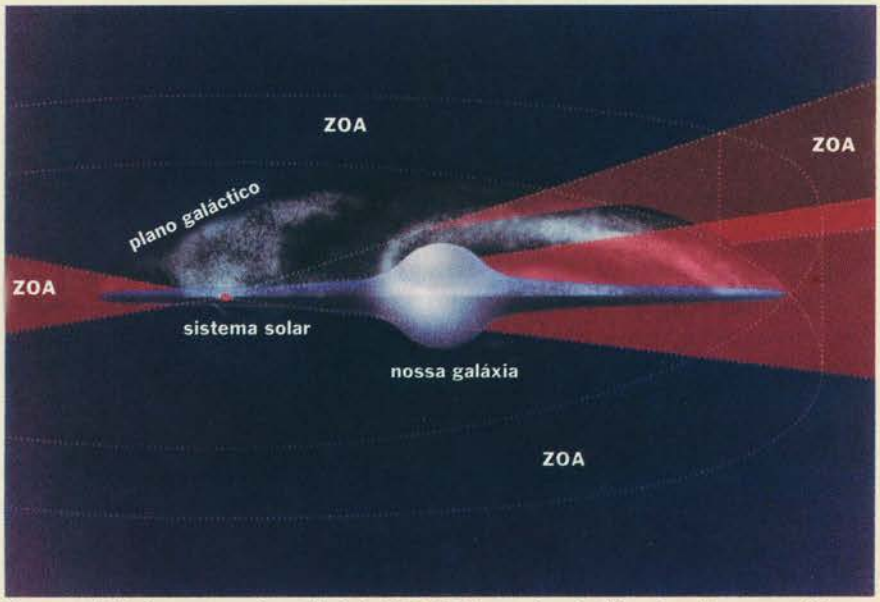
Nos últimos séculos sempre ficou claro que muitas questões, especialmente da área da cosmologia, não poderiam encontrar resposta enquanto a distribuição das galáxias situadas por trás da Via Láctea permanecesse desconhecida.

A análise a olho nu de chapas fotográficas já havia permitido estabelecer a existência, na ZOA, de vários milhares de galáxias, mas tratava-se de galáxias distantes, difíceis de serem caracterizadas. Como esses objetos celestes são em geral muito ricos em gás de hidrogênio neutro, o método de detecção mais eficaz consiste em sondar o céu nos comprimentos de onda específicos para os átomos desse gás, que emitem muita luz. Mas para conseguir isso, as ondas em questão devem ser capazes de atravessar a ZOA sem alterações. Ora, quanto maiores forem esses comprimentos de onda, mais fraca é a atenuação da luz pelas poeiras interestelares. As ondas de rádio de 21cm, específicas do hidrogênio atômico (a transição hiperfina), são ideais sob esse ponto de vista: elas não só atravessam a ZOA sem perturbação como rastreiam maravilhosamente bem os braços espiralados das galáxias pouco luminosas e as galáxias anãs, duas classes de objetos ricos em hidrogênio.

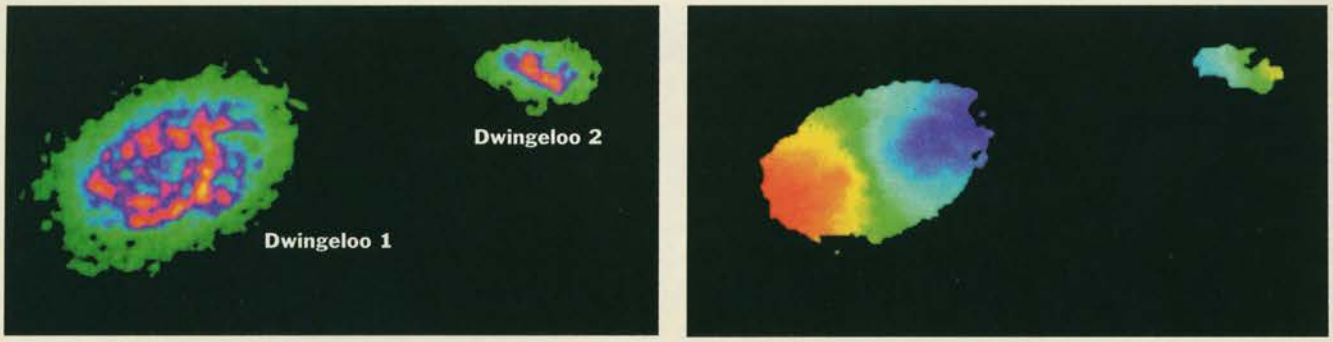
Para explorar essa possibilidade, o rádiotelescópio holandês Dwingeloo, de 25 m, foi requisitado em 1993 para importante trabalho de prospecção, no âmbito do projeto batizado de DOGS (*Dwingeloo Obscured Galaxy Search*). Em agosto de 1994, com o telescópio holandês orientado para a direção da constelação de Cassiopéia, em plena ZOA, registraram-se estranhos sinais que pareciam provir de uma só galáxia, de

A Via Láctea, até agora incontornável, provavelmente esconde outros objetos, talvez milhares, cujo conhecimento poderia mudar radicalmente nossa concepção do Universo próximo.

A forma achatada da nossa galáxia faz com que nossa visibilidade dependa basicamente da direção da observação. Com a observação alinhada pelo plano da galáxia, ela se torna praticamente nula. É nessa direção que aparece a Via Láctea, formada por milhões de estrelas, pelo gáse as poeiras da nossa galáxia.



Nossa galáxia é uma grande espiral de 130.000 anos-luz de diâmetro. De nosso sistema solar, situado a dois terços do centro, nossa visão externa se abre para todas as direções do plano galáctico, exceto para uma vasta zona que escapa a nossas observações astronômicas, a ZOA (Zona de Ocultamento).



Esta é Dwingeloo 1, magnífica galáxia revelada pela primeira vez por meio de observações a uma freqüência de ondas de rádio de 21 cm de comprimento. Apesar de sua proximidade, sua envergadura e massa impressionantes, até o presente ela escapou à observação dos astrônomos.

tamanho e massa impressionantes. As medidas do efeito Doppler – o comprimento de onda aparente de um sinal emitido por uma fonte em movimento em relação ao observador – indicavam a presença de um objeto muito extenso, em rotação sobre si mesmo, e afastando-se de nós em velocidade baixa. Sua distância foi calculada em apenas 15 milhões de anos-luz[1]. Como pôde passar despercebida até hoje uma galáxia tão próxima do Grupo Local – o aglomerado de galáxias ao qual pertencemos – e tão grande?

A cartografia sistemática e aprofundada do norte da ZOA, realizada em programa de colaboração internacional[2], foi interrompida momentaneamente em benefício de uma série de testes que só vieram reforçar essa hipótese: uma galáxia de grandes proporções estava mesmo ali, a dois passos de nós. O gás de hidrogênio atômico que ela regorgita, distribuído na forma de anel, estende-se à distância angular de cerca de 15 minutos de arco, ou seja, a metade da dimensão angular de nossa Lua Cheia. Já se suspeitava da existência dessa nova galáxia, batizada de Dwingeloo 1 (Dw1), graças ao estudo de chapas fotográficas ópticas [3].

Por meio de medidas fotométricas em comprimentos de ondas infravermelhas realizadas com o telescópio UKIRT (*United Kingdom Infrared Telescope*) no Havaí, os astrônomos fizeram aparecer o núcleo central da galáxia, atravessado por grande barra e ostentando braços em espiral em suas extremidades (Dw1 entra assim na subclasse morfológica das galáxias espiraladas, chamadas SBb). Segundo observações do telescópio INT (*Isaac Newton Telescope*), instalado em La Palma, nas Ilhas Canárias, Dw1 ela seria uma das 10 galáxias mais luminosas do céu (suas magnitudes aparentes são: $m_I \approx 10.7$, $m_R \approx 12.2$, $m_V \approx 14.0$)! Finalmente, Dwingeloo 1 seria três vezes menos massiva que nossa galáxia. Ela é, portanto, comparável à M33, a terceira galáxia mais massiva do Grupo Local, depois de Andrômeda e da nossa.

Imediatamente após esse resultado, as investigações se intensificaram. A análise detalhada dos dados obtidos com um outro telescópio holandês, o WSTR (*Westerbork Synthesis Radio Telescope*) [4], revelou mais uma surpresa. Uma segunda galáxia em espiral, batizada de Dwingeloo 2 (Dw2), com rotação oposta, foi identificada a apenas 20 minutos de arco da Dw1. Seu tamanho é menos da metade e sua massa 10 vezes mais fraca que a primeira. Como demonstraram os dados obtidos com o telescópio UKIRT e com a análise das novas chapas fotográficas do projeto Palomar Sky Survey, a luminosidade de Dw2 é extremamente fraca. Seu estudo, aliás, é prejudicado pela proximidade ofuscante de Dw1. Finalmente, o campo das velocidades de rotação de Dw2 é distorcido, o que poderia indicar que ela sofre da parte de Dw1, que é muito massiva, uma interação gravitacional excepcional, do tipo 'efeito de maré', como o produzido pela Lua, que deforma nosso planeta e faz oscilar periodicamente o nível dos nossos oceanos. Para os iniciados, a dupla Dw1 e Dw2 seria parte integrante do grupo de galáxias que contém IC342 e as galáxias de Maffei, descobertas há mais de 25 anos[5].

A expansão do Universo será perpétua, ou o mundo acabará por se contrair quando estiver suficientemente denso?

Portanto, o véu que encobria a Via Láctea se abre lentamente. Os pesquisadores se regozijam por essa descoberta importante, que deverá esclarecer em breve algumas questões fundamentais.

A primeira diz respeito à repartição das galáxias no Universo, bem como a sua quantidade. Essa Via Láctea incontornável provavelmente esconde outros objetos, talvez milhares, cujo conhecimento poderia mudar radicalmente nossa concepção do Universo próximo. A distribuição das galáxias não parece uniforme, mas como ela será realmente?

Um conhecimento preciso da organização dessas estruturas também forneceria informações capitais sobre o episódio que marcou sua formação no cosmos primordial, algumas centenas de milhões de anos apenas após o big bang. Além disso, a expansão do Universo que constatamos hoje depende fortemente de sua densidade média e, portanto, da concentração de galáxias no espaço-tempo. Essa expansão será perpétua, ou o mundo acabará por se contrair quando estiver suficientemente denso? O recenseamento das galáxias é uma etapa indispensável para essa reflexão.

Outra questão diz respeito à radiação de rádio procedente de todos os cantos do Universo, vestígio 'esfriado' do big bang, a famosa radiação cósmica de fundo. Suas propriedades não são de modo algum idênticas no espaço, pois o nosso Grupo Local não está estritamente em repouso no Universo em expansão. Esse fenômeno, então, se liga ao movimento próprio de nosso aglomerado, movimento que todas as massas circundantes (galáxias e matéria invisível) geram, pela atração gravitacional.

A análise das fotos do projeto DOGS prossegue atualmente, e acreditamos que logo estaremos em condições de fornecer novo inventário da distribuição das galáxias próximas. Recentemente, duas galáxias-anãs, companheiras no grupo das galáxias de Maffei I foram assinaladas.

1. A.J. Loan *et al.*, Optical Observations of Dwigeloo 1: A Nearby Barred Spiral Galaxy behind the Milky Way, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Londres, 1995.
2. R.C. Kraan-Korteweg *et al.*, *Nature*, 372, ps.77-79, 1994.
3. G.K.T. Hau *et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron.* Soc., 1995.
4. W.B. Burton *et. al.*, Neutral Hydrogen in the Nearby Galaxies Dwigeloo 1 and Dwigeloo 2, *Astron. Astrophys.*, 1995.
5. P. Maffei, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 80, ps. 618-621, 1968.

Artigo traduzido da edição de dezembro de La Recherche *por Maria Ignez Duque Estrada, com revisão técnica de Ronald Shellard.*

SERVIÇOS TECNOLÓGICOS, ESTUDOS E PROJETOS PARA PROCESSOS E PRODUTOS TECNOLÓGICOS

- **Análises Químicas (orgânicas e inorgânicas), Testes Físicos e Mecânicos.**
- **Materiais Cerâmicos, Geológicos e Metálicos.**
- **Beneficiamento de Minérios.**
- **Processos Químicos.**
- **Pesquisa e Desenvolvimento Cooperativo.**
- **Meio Ambiente.**
- **Soluções para Resíduos Industriais:**
  -planejar para reduzir sua produção;
  -alternativa de uso;
  -extração de seus componentes viáveis.

CEPED

Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
Km 0 da Rodovia BA 512,
Camaçari - Bahia Tel.: + 55 71 832 1949
FAX: + 55 71 832 - 2095 CEP 42800 - 000

E N T R E V I S T A

Ivar Giaever

PRÊMIO NOBEL DE FÍSICA DE 1973

Nova técnica para diferenciar células cancerosas das normais

Ele criou uma técnica de baixo custo que usa a eletricidade para diferenciar células normais de células cancerosas em culturas de tecidos, considerada bastante promissora para o diagnóstico preciso do câncer. Ivar Giaever, noruguês, professor da Universidade de Oslo e do Instituto Politécnico Rensselaer-RPI (EUA), ganhou o Nobel de Física de 1973 por sua prova experimental do efeito de tunelamento em supercondutores, mas trabalha atualmente em biologia celular. Em dezembro de 1995, esteve no Brasil para fazer palestra na Universidade Federal do Rio de Janeiro, dentro do ciclo 'Complexidade e Caos', promovido pela Coordenadoria de Programas de Estudos Avançados (Copea). Em entrevista a Micheline Nussenzveig (*Ciência Hoje*), Alícia Ivanissevich (*Jornal do Brasil*) e Maurício Zágari (*O Globo*), **ele falou de suas pesquisas no campo da biofísica e do que elas podem significar na luta contra o câncer.**

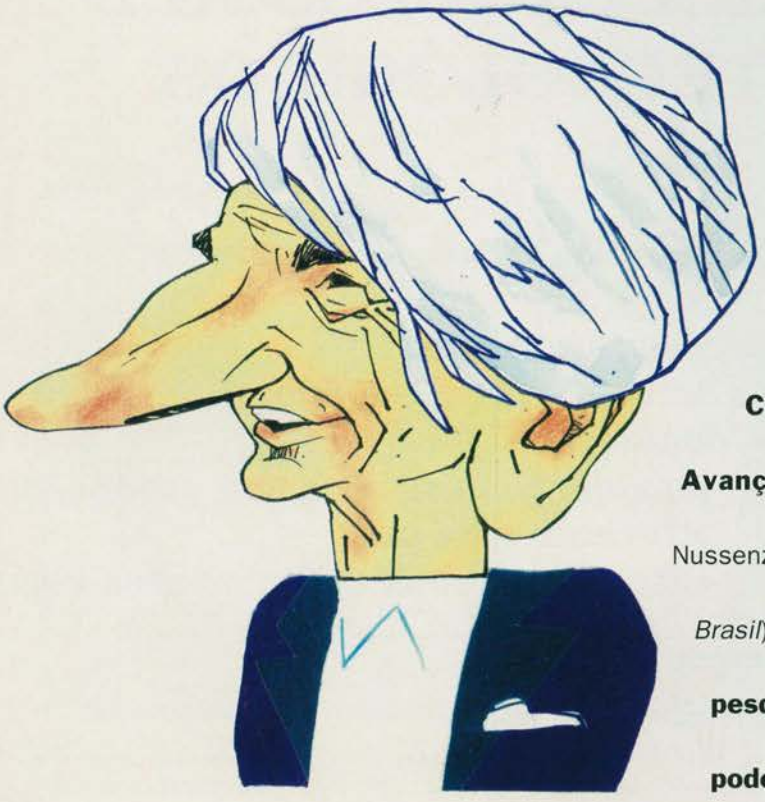


ILUSTRAÇÃO CAVALCANTE

Como é desenvolvida a pesquisa com as células?
Colocamos tecidos de células humanas em recipientes especiais com um líquido que contém todos os nutrientes de que necessitam. Essas células descem até o fundo e começam a se movimentar. Pesquisamos vários tipos de células do corpo humano, que tem cerca de 200 tipos diferentes, mas as de maior interesse são as cancerosas. Normalmente usa-se microscópios óticos para estudar como as células se apresentam, como se comportam, como se deslocam. Mas seus deslocamentos demoram horas, o que torna praticamente impossível acompanhá-los. Em nosso processo, as células crescem sobre um pequeno eletrodo instalado no fundo do recipiente. Fazemos passar uma corrente elétrica entre esse eletrodo e outro maior, colocado mais longe. Como as células são isolantes, a corrente passa pelos interstícios entre elas (figura 1).

Que informações podem ser obtidas com essa técnica?
Podemos ver como as células se movem. A técnica mede a resistividade, propriedade que dá origem à resistência do sistema (formado pelo líquido, células e nutrientes). As células atuam como obstáculos à passagem da corrente elétrica de um eletrodo para outro – ambos de ouro –, porque este elemento não se oxida e forçam essa corrente a se desviar, o que altera a resistividade. A alteração depende do movimento das células e pode ser medida, o que a torna um indicador do comportamento destas. É muito mais simples do que observar as células através do microscópio. Usando essa técnica em células cancerosas e em células normais, podemos detectar diferenças entre elas.

Como as diferenças são detectadas?
Quando se observa uma célula no microscópio, é preciso descrevê-la e isso não é tão fácil. Nosso processo é baseado em medidas elétricas, que fornecem um registro objetivo – gráficos que mostram como as células se comportam e como se movem – e também permitem medir distâncias percorridas.

Quais as diferenças descobertas entre células cancerosas e normais?
Até agora, observamos células de pulmão humano e verificamos que, nesse caso, as cancerosas movem-se mais que as normais. Para ser mais específico, a curva da resistência do sistema é ligeiramente diferente para as células cancerosas e para as normais (figura 2), mas, nos dois casos, apresenta a chamada dimensão fractal. Essa curva é definida pela resistência do sistema em função do tempo. Se medirmos a resistência durante 20 horas, conseguiremos um gráfico em que as variações da curva decorrem do movimento das células. Quando separamos um trecho dessa curva, correspondente a uma hora de observação, e ampliamos a escala referente ao tempo até obter um gráfico com a mesma dimensão do inicial (de zero a 20 horas), o aspecto da curva continua a ser o mesmo, como se fosse o mesmo gráfico. Quando fazemos o mesmo com um trecho correspondente a 20 minutos de observação, o aspecto ainda é o mesmo. Portanto, se mostrarmos qualquer trecho da curva e não dermos a escala de tempo, não dá para saber se representa 20 minutos, uma hora ou 20 horas. Quando isso ocorre, a curva é fractal.

Essas pesquisas são desenvolvidas há muito tempo?
Comecei talvez há 10 anos, mas não trabalhava só nisso. Esse trabalho não interessava à General Electric, onde eu estava na época. Depois que me tornei professor, pude voltar a trabalhar nisso na universidade. É uma experiência nova. Com base nela, fundei a empresa Applied Biophysics.

Que aplicações essa técnica pode ter?
Em geral, é difícil saber se uma pessoa tem câncer ou não. Um médico faz a biópsia, examina o tecido no microscópio e acha que as células são malignas, mas outro médico que examine o mesmo tecido pode achar o contrário. Patologistas que examinam lâminas freqüentemente encontram casos em que é difícil dizer se o tecido é são ou doente e podem emitir opiniões

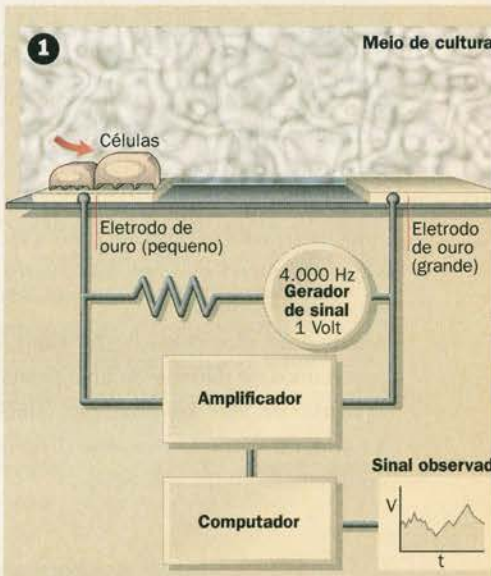


Figura 1. Esquema do experimento de Giaever.

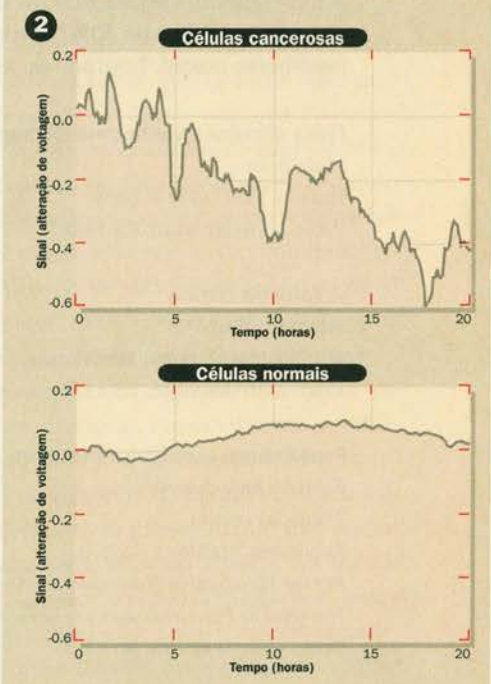


Figura 2. Comparação entre os sinais obtidos com células de pulmão cancerosas e normais.

contraditórias sobre a necessidade ou não de cirurgia.

Então a nova técnica permite diagnósticos mais precisos?
Ainda não há uma conclusão. Atualmente, tenho um contrato com o governo dos Estados Unidos para realizar a mesma pesquisa com tecido sadio e canceroso de próstata, em colaboração com a Universidade Johns Hopkins. Um especialista da universidade examinará uma biópsia, dando seu parecer sobre a normalidade ou não das células, e em seguida nossa técnica será usada para estudar a mesma biópsia. O resultado permitirá julgar se podemos ou não ajudar o especialista no diagnóstico. Se isso for possível, será maravilhoso.

A nova técnica poderia substituir a prática da indústria de cosméticos de testar produtos novos aplicando-os nos olhos de coelhos.

A técnica poderia detectar uma única célula cancerosa, ou um pequeno número delas, entre grande número de células normais?
Atualmente, a resposta é não. Com os eletrodos que usamos, precisamos no mínimo de uma centena de células para efetuar as medições. Mas, em princípio, o método poderia ser aplicado a um número muito pequeno de células, desde que se usasse equipamento mais sofisticado.

A técnica pode ser usada com outras finalidades?
Essa técnica é nova, diferente, e não tem competidores. É baseada em medidas elétricas, e muito mais barata. Pode-se preparar a cultura do tecido e ir para casa, encontrando, no dia seguinte, os resultados no computador. Com ela, é possível investigar também como a curva obtida é alterada quando se injeta um medicamento ou nova substância na solução: as células podem morrer ou diminuir sua atividade, recuperando-a depois. Hoje, por exemplo, a indústria de cosméticos norte-americana normalmente testa um produto novo aplicando-o nos olhos de coelhos e verificando se produz cegueira, o que tem gerado muitas objeções. Afinal, cosméticos não são produtos essenciais. Por isso, é intensa a busca por métodos alternativos. Acreditamos que nossa técnica seja excelente alternativa. Ela pode ainda ser usada para testar efeitos de novos medicamentos, verificando em que concentração são benéficos ou nocivos, e também para estudar outros tipos de doenças, o que já fizemos com uma doença da tireóide chamada doença de Graves, que produz os olhos saltados.

A Contraponto Editora oferece seus títulos, em venda direta, com descontos médios de 40%, entregando os livros em casa ou pelo reembolso postal. Telefone ou escreva pedindo nosso catálogo.

Física atômica e conhecimento humano
Niels Bohr
Ensaios 1932-1957 – 140 p.
Preço com desconto: R$ 11,00

O valor da ciência
Henri Poincaré
História das ciências, astronomia, física – 180 p.
Preço com desconto: R$ 12,00

Pensamento econômico brasileiro
Ricardo Bielschowsky
2ª edição revista
Economia brasileira – 496 p.
Prêmio Haralambos Simeonides da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia (Anpec)
Preço com desconto: R$ 25,00

PRÓXIMOS LANÇAMENTOS

O longo século XX – Giovanni Arrighi (no prelo)

A formação do espírito científico – Gaston Bachelard

O pensamento chinês – Marcel Granet

Mapa da ideologia – Slavoj Zizek (org.)

Mapa da esquerda na Europa Ocidental – Perry Anderson e Patrick Camiller (orgs.)

A parte e o todo – Werner Heisenberg

Crítica e crise – Reinhart Koselleck

A ciência particular de Louis Pasteur – Gerald Geison

CONTRAPONTO

Tel. / fax (021) 275-0751 – Caixa postal 56066 – CEP 22292-970 – Rio de Janeiro, RJ

Antimatéria: a realidade confirma a ficção

Pela primeira vez, o homem produziu nove átomos de anti-hidrogênio

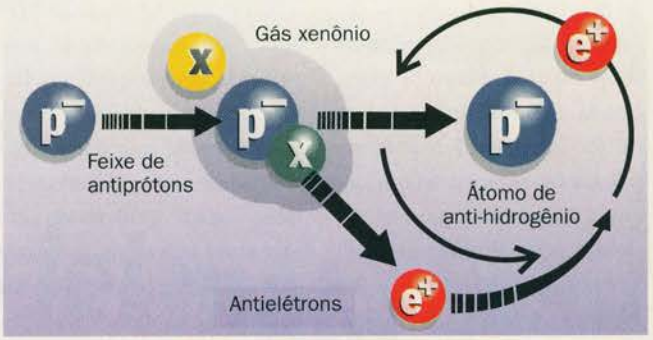
A criação de átomos de antimatéria deixou de ser hipótese fantástica, aproveitada pela ficção científica para a propulsão de naves espaciais – como no seriado de televisão *Jornada nas estrelas*. Comprovando teorias científicas de mais de 60 anos, equipe de pesquisadores, trabalhando no acelerador de partículas do Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN), conseguiu, em setembro de 1995, produzir nove átomos de anti-hidrogênio,

formado por um antipróton (de carga negativa, ao contrário do próton) e um antielétron (de carga positiva, ao contrário do elétron).

Os átomos de antimatéria existiram durante irrisórios 40 bilionésimos de segundo, viajando a uma velocidade próxima à da luz por cerca de 10 m no anel do acelerador, até serem aniquilados pelo contato com a matéria. A energia gerada na aniquilação pode, teoricamente, ter variadas aplicações, desde a geração de eletricidade (do mesmo modo que nos atuais reatores nucleares) até a propulsão de espaçonaves. Cálculos da Força Aérea dos Estados Unidos indicam que um centésimo de grama de antimatéria poderia, em contato com a matéria, gerar energia equivalente à de 120 toneladas da mistura hidrogênio líquido-oxigênio, usada em foguetes.

A suspeita sobre a existência da antimatéria surgiu no início dos anos 30, a partir da aplicação da teoria da relatividade de Einstein às propriedades do elétron, realizada pelo matemático e físico teórico inglês Paul Dirac (1902-1984) – as equações de Dirac implicavam a existência do pósitron, como é chamado o antielétron. A previsão foi comprovada nos anos 50. A pesquisa no CERN – liderada por Walter Ölert, da Universidade de Nuremberg (Alemanha), que trabalhou com cientistas da Universidade de Gênova (Itália) – obteve pela primeira vez átomos completos de antimatéria.

A experiência começou com a produção, no acelerador circular do CERN, de um feixe de antiprótons. Em seguida, os cientistas promoveram o choque dessas antipartículas, a altíssimas velocidades, com um jato de gás xenônio. O feixe de antiprótons atravessa o gás três milhões de vezes por segundo, o que dá uma idéia do número de colisões possíveis de antipartículas com partículas atômicas do gás. Em raras ocasiões, essas colisões produzem pares de elétrons e pósitrons, e, em circunstâncias muito mais raras, um pósitron pode aproximar-se de um antipróton e ser 'capturado' por este. O pósitron, nesse caso, passa a girar em torno do antipróton.



O feixe de antiprótons colide com partículas atômicas do gás de xenônio, produzindo antielétrons. Alguns antielétrons com velocidade próxima da dos antiprótons são 'capturados' por estes, formando átomos de anti-hidrogênio.

Os átomos de anti-hidrogênio só podem ser 'percebidos', em sofisticados detectores, através da energia liberada por sua aniquilação, diferente dos outros fenômenos produzidos na experiência. Todos os eventos registrados nas colisões de antiprótons com partículas atômicas do xenônio foram analisados, em avançados programas de computação, e nove deles correspondiam às previsões do que aconteceria na criação de átomos de antimatéria.

O próximo passo é verificar se o anti-hidrogênio 'comporta-se' como o hidrogênio, o que pode mudar idéias estabelecidas sobre a simetria entre matéria e antimatéria e permitir avanços no atual conhecimento sobre o universo. Para fazer essa comparação, é preciso manter antiátomos por segundos, minutos ou mais tempo. Por isso, novas experiências estão sendo planejadas para capturar antimatéria em 'recipientes' elétricos ou magnéticos, que permitiriam análises de alta precisão.

Ricardo Menandro
Ciência Hoje

De volta ao Terciário

Microfósseis revelam clima pré-histórico de bacia de água doce de Minas Gerais

A descoberta de fósseis de microalgas em sedimentos da bacia do antigo lago de Gandarela, no município mineiro de Rio Acima, dá à paleontologia brasileira uma importante ferramenta para a reconstituição do clima existente na região há mais de 40 milhões de anos, durante o Período Terciário. Com base nesse raro achado é possível presumir que naquela época o clima local tornou-se semi-árido, provocando maior taxa de evaporação das águas do lago e em conseqüência a concentração de sais. A água salobra apresentava as condições favoráveis ao surgimento das microalgas, organismos típicos de ambientes marinhos.

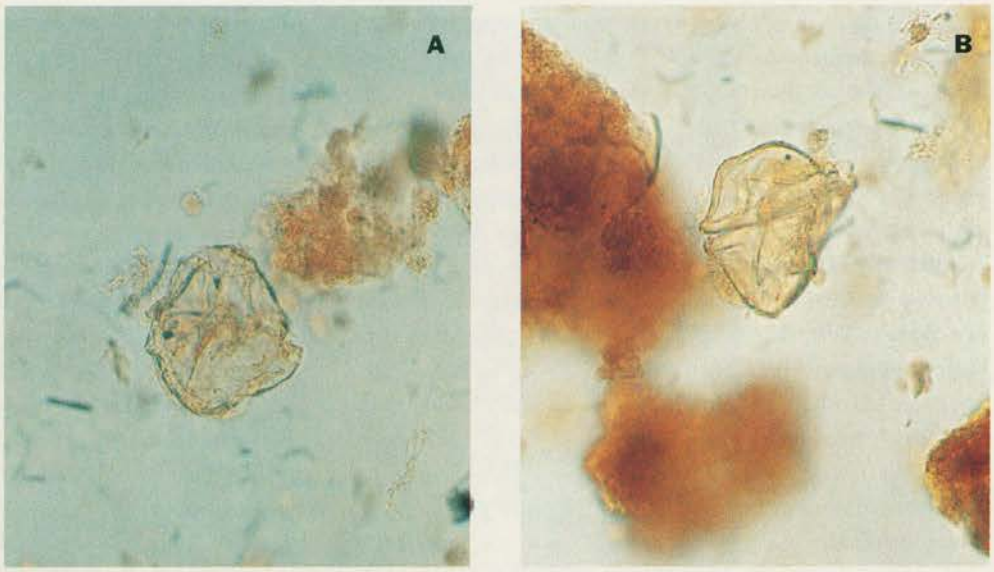
Este é o primeiro registro, na literatura científica, da presença de microfósseis próprios de água salgada em bacias terciárias de água doce. Os fósseis de microalgas, conhecidos como dinoflagelados, foram detectados em amostras coletadas na bacia do Gandarela pelos geólogos José Ricardo Maizatto, da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), e Marília Regali, pesquisadora da Petrobrás.

"A descoberta é importante porque permite interpretar as condições de clima e vegetação existentes há milhares de anos", comemora Maizatto. Ele relata que os microfósseis foram detectados em rochas ricas em matéria orgânica examinadas em microscópio óptico (com aumento de até 1.000 vezes). Segundo o geólogo, as duas novas espécies de dinoflagelados (*Cingulonodium gandarelensis* e *Concinnuscysta brasiliensis*) medem em torno de 80 micrometros (um micrometro equivale à milionésima parte do metro), têm formato losangular e não apresentam ornamentação, enquanto as formas típicas de água salgada são mais ornamentadas.

A associação dessas espécies à farta presença de grãos de pólen fossilizados na bacia do lago de Gandarela permitiu aos pesquisadores imaginar as condições ambientais prováveis na região durante o Período Terciário. Segundo Maizatto, as prováveis condições de semi-aridez estariam associadas a climas frios, tendo em vista a ocorrência tanto de microalgas quanto de pólens fossilizados de gimnospermas, árvores típicas de ambientes mais frios.

Encontrados em áreas continentais e em ambientes marinhos, os pólens fossilizados são microestruturas importantes para a datação de rochas e a interpretação de paleoambientes. O pólen existe em grande quantidade e é facilmente transportado pelo vento e pelas águas, daí sua grande ocorrência em bacias. Pólens fósseis são comuns em rochas ricas em matéria orgânica, sobretudo lignitos e argilas carbonosas. Os dois pesquisadores são especialistas exatamente em paleopalinologia, o sub-ramo da micropaleontologia que estuda pólens e esporos fósseis.

O geólogo da UFOP continua investigando as novas espécies de microalgas, para definir com maior precisão a época em que viveram. A pesquisa – tema de sua tese de mestrado – visa ainda obter um amplo quadro paleoflorístico da região, associando as variações da vegetação às modificações do clima. Após a conclusão da etapa de contagem e classificação dos grãos de pólen, ele terá condições de, além de interpretar com maior riqueza de detalhes a vegetação da época, determinar se os dinoflagelados ocorreram em todo o Período Terciário ou apenas em parte daquele período geológico.



As espécies de microalgas fósseis – *Cingulonodium gandarelensis* **(A) e** *Concinnuscysta brasiliensis* **(B) – localizadas na bacia do antigo lago de Gandarela, em Rio Acima (MG).**

FOTOS CEDIDAS PELA ESCOLA DE MINAS DA UFOP

Marise Muniz
Ciência Hoje/ *Belo Horizonte.*

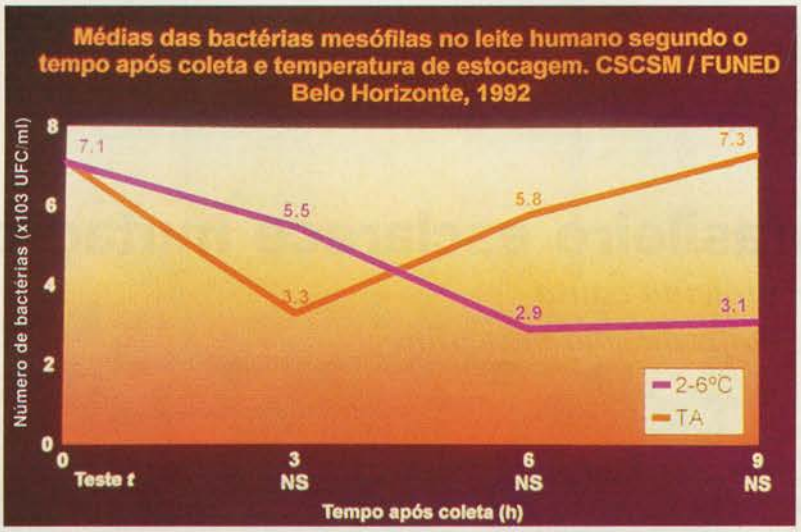
Leite materno resiste a condições precárias

Forma de coleta e falta de refrigeração não prejudicam ação antibacteriana

Por quanto tempo o leite humano pode permanecer fora da geladeira sem se deteriorar? Para responder à pergunta, a professora Zeina Moulin, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizou um estudo com amostras de leite humano coletadas em condições muito semelhantes às situações domésticas, ou seja, sem cuidados rigorosos de higiene. Ela constatou que o leite humano se conserva por até nove horas sem refrigeração, em temperaturas que variam de 17 a 30,5°C.

A pesquisa é inovadora e tem largo alcance social, porque poderá contribuir para que muitas mulheres parem de amamentar precocemente, sobretudo as de baixa renda que trabalham fora. O estudo está na dissertação de mestrado 'Avaliação bacteriológica do leite humano coletado por expressão manual e estocado no domicílio', defendida no curso de pós-graduação em Pediatria daquela faculdade. Zeina Moulin lembra que grande parte da população brasileira não tem geladeira e sugere que as mães que amamentam sejam orientadas a guardar o próprio leite, mesmo sem refrigeração, para alimentar o bebê na sua ausência.

As condições de vida das mães que doaram as amostras assemelham-se às de boa parte da população brasileira: baixa renda, baixa escolaridade e sistema de saneamento precário. Essas variáveis, somadas ao desmame precoce, aumentam o risco de doenças e morte dos filhos no primeiro ano de vida. Cerca de 70% das doadoras não tinham geladeira e apenas cinco já haviam coletado o próprio leite.



Número de bactérias mesófilas no leite humano segundo a variação de tempo após a coleta e a temperatura de estocagem.

UFC/ml = unidade formadora de colônia/mililitro
TA = temperatura ambiente

Na coleta manual das amostras, a pesquisadora seguiu, propositadamente, uma prática diferente da que é usada nos bancos de leite. Sem usar máscara, roupa especial nem touca, e sem fazer a assepsia das mãos e das mamas – prática que tem por objetivo evitar contaminações –, as doadoras apenas lavavam as mãos com sabão de coco em água corrente e as secavam em toalhas de papel. O recipiente usado para armazenar o leite era previamente lavado e esterilizado em água fervente durante 10 minutos. "Queria me aproximar ao máximo da realidade das mães que amamentam, com a maior praticidade possível", relata a pesquisadora.

A análise foi feita no Serviço de Microbiologia de Alimentos da Fundação Ezequiel Dias, em Belo Horizonte, instituição que serve de referência à vigilância sanitária em Minas Gerais. A pesquisa considerou como indicadores das condições higiênico-sanitárias o número total de bactérias viáveis (mesófilos) e a presença de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, microorganismos responsáveis pela contaminação de alimentos.

A análise bacteriológica das amostras foi feita nos tempos de zero, três, seis e nove horas após a extração. Como controle, o mesmo leite foi mantido sob refrigeração, em temperaturas que variavam de dois a seis graus centígrados, um método clássico de conservação de alimentos.

Três horas após a coleta, o leite apresentava menor população bacteriana do que no momento da coleta, pois os fatores antimicrobianos nele presentes ainda estavam ativos e reduziram essa população. Nas horas seguintes, as colônias voltavam a proliferar, alcançando, ao final de nove horas, um número semelhante ao encontrado no momento da coleta, sem comprometer a qualidade do leite. Mesmo assim, os níveis bacteriológicos ainda eram bem inferiores aos limites de segurança definidos pelos bancos de leite humano.

Segundo a pesquisadora,

os bancos geralmente definem esses limites para o leite humano cru, sem pasteurização, para alimentar bebês prematuros, considerados de risco. Ela lembra que não há trabalhos científicos publicados que definam esses limites para lactentes sadios e filhos das próprias doadoras. Provavelmente eles seriam mais altos do que os definidos para bebês de risco, uma vez que, quando a mãe amamenta o próprio filho em condições normais, o organismo do bebê – que tem a mesma flora do organismo materno – consegue eliminar as bactérias presentes no leite, mesmo em quantidades altas.

Dados do IBGE revelam que 43% das crianças brasileiras são desmamadas após o terceiro mês. Entre os motivos apresentados pelas mães para justificar o desmame, o retorno ao trabalho aparece em primeiro lugar. Nas famílias de baixa renda, que vivem em condições precárias de higiene e não dispõem de alimentação adequada, o leite materno é uma fonte protéico-calórica fundamental, além de seu incontestável valor na proteção contra infecções.

Ana Rita Araújo
Colaboradora de Ciência Hoje.

Caso brasileiro esclarece mutação sexual

Alteração de proteína causa o pseudo-hermafroditismo masculino

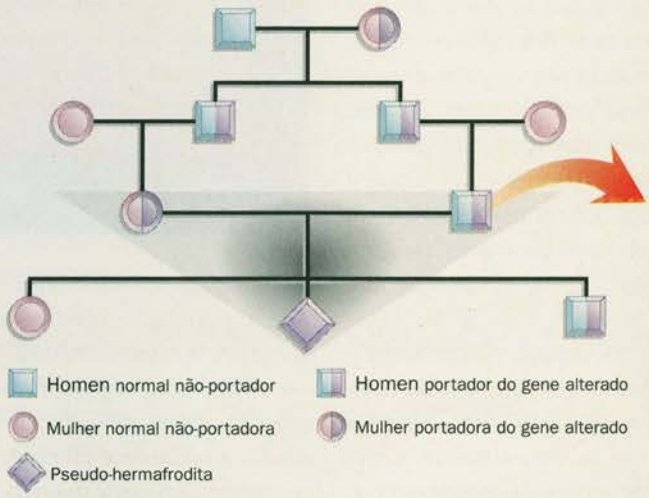
Pesquisadores da Faculdade de Medicina da USP identificaram a mutação genética responsável por um tipo de pseudo-hermafroditismo masculino causado pela deficiência na produção de testosterona. Os indivíduos afetados apresentam características externas femininas, embora geneticamente sejam homens.

A doença (chamada hipoplasia das células de Leydig) é conhecida desde 1976, mas só agora pôde ser compreendida, graças ao estudo de dois casos registrados no final de 1994 no Hospital das Clínicas (São Paulo), em duas irmãs – atualmente com 37 e 42 anos – cujos pais são primos em primeiro grau.

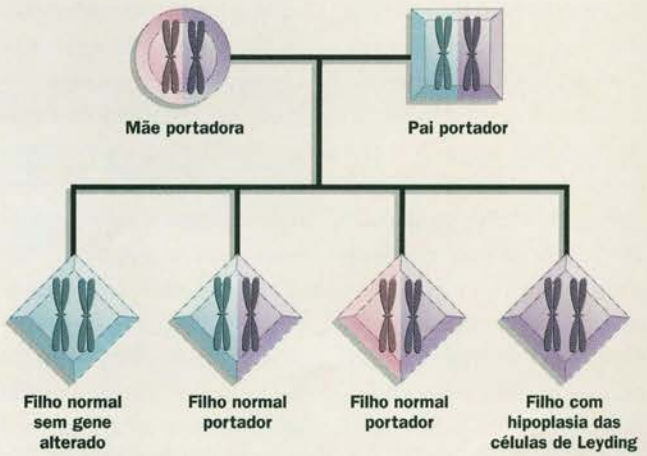
As pacientes procuraram os médicos queixando-se da ausência de menstruação, de pêlos no corpo e do não-desenvolvimento das mamas. Além disso, as pacientes diziam ter duas hérnias, uma de cada lado do corpo, na região da virilha, relatou Sérgio Toledo, um dos autores do estudo. Apesar de apresentarem genitália externa feminina, o exame de DNA revelou que as pacientes eram geneticamente do sexo masculino, apresentando cromossomos XY. As hérnias de que se queixavam eram os testículos, que não haviam se exposto.

A alteração genética responsável pelo problema foi identificada com base no seqüenciamento do DNA das pacientes, realizado na Universidade de Nijmegen, na Holanda, e no rastreamento de seus genes. Experiências posteriores de expressão gênica – em que os genes 'suspeitos' foram transferidos para células normais – confirmaram que a anomalia era provocada por uma mutação.

A mutação identificada ocorre no par nº 2 dos cromossomos, no trecho que envolve o gene responsável pela produção de uma proteína



Genealogia de uma família portadora do gene responsável pela carência de testosterona. O casamento consangüíneo (indicado no triângulo com hachuras possibilita a união de dois genes mutados no indivíduo pseudo-hermafrodita.



O esquema mostra as possíveis combinações do cromossomo 2 nos filhos de pais portadores do gene responsável pela hipoplasia das células de Leydig.

específica, chamada receptora de LH. Essa proteína age na membrana das células de Leydig como receptora do hormônio luteinizante (LH), responsável, por sua vez, pela diferenciação dessas células e pelo controle de sua principal função: a produção do hormônio masculino testosterona. Com a alteração da proteína receptora, as células de Leydig não se desenvolvem completamente, e a produção da testosterona fica comprometida. "O gene alterado provoca uma deformação na estrutura espacial do receptor, dificultando a ligação do hormônio luteinizante à membrana celular e interrompendo a transmissão da mensagem para que a célula produza testosterona", explica Toledo.

A quantidade insuficiente de testosterona impede que a genitália masculina externa se desenvolva completamente (ver 'O que determina o sexo masculino'). Em conseqüência, os portadores da deficiência não têm pênis nem bolsa escrotal, apresentando uma vagina curta, terminada em fundo cego. Internamente estão os testículos, onde se localizam as células de Leydig, e faltam o útero e os ovários. A única alternativa clínica para esses casos, afirma Sérgio Toledo, é a extração cirúrgica dos testículos e a indução de características femininas por meio da administração do hormônio feminino estrogênio.

Embora ainda não haja estudos sobre a prevalência dessa mutação na população, o número de casos provavelmente é pequeno, segundo as estimativas dos especialistas. Essa avaliação decorre de uma limitação de ordem genética: o gene alterado é recessivo, expressando-se apenas quando está presente nos dois cromossomos do par nº 2. A dupla ocorrência dos genes recessivos é maior em famílias com casamentos consangüíneos, como a das irmãs estudadas no Hospital das Clínicas. "Nesse caso, o gene encontrava-se em membros da família em dose única, mas o casamento consangüíneo permitiu seu aparecimento em dose dupla", disse Sérgio Toledo.

Com essas duas pacientes, elevam-se a 18 o número de casos registrados na literatura especializada de pseudo-hermafroditismo masculino provocado pelo não-desenvolvimento das células de Leydig. A expectativa, no entanto, é de que, com a compeensão das causas e a divulgação da doença, novos casos, classificados anteriormente de maneira errônea, venham a se incorporar a essa estatística. "Agora temos condições de fazer um diagnóstico mais preciso e iniciar um tratamento precoce", afirma Toledo. Identificado o problema, é possível também aconselhar as famílias a evitarem casamentos consangüíneos.

Longe de considerar o trabalho concluído, o pesquisador informa que a análise de outros membros da família identificada no Hospital das Clínicas mostra que a mesma mutação no receptor de LH pode atingir também pessoas do sexo feminino, causando alterações nos ovários.

Ricardo Zorzetto
Ciência Hoje/*São Paulo*.

O que determina o sexo masculino

As características do sexo masculino se desenvolvem em três etapas. O primeiro passo é o estabelecimento do sexo masculino no ato da concepção pela presença dos cromossomos X e Y. Em seguida, vem o desenvolvimento dos testículos, que decorre da ação do trecho do cromossomo Y que determina o sexo (SRY, em inglês). Na última etapa, ocorre o desenvolvimento da genitália interna e externa masculina, controlada por dois hormônios produzidos nos testículos do feto: a testosterona e o hormônio antimülleriano (AMH). Esse hormônio, produzido no homem pelas células de Sertolli, impede a formação do útero, da parte superior da vagina e das trompas de falópio. Já a testosterona, produto das células de Leydig, é responsável pelo desenvolvimento interno e externo da genitália masculina.

Veneno: quanto mais puro melhor

Nova proteína permite obter soro eficaz contra picada de escorpião

Proteína não-tóxica tornará possível, em breve, a produção de soro eficaz contra a picada de qualquer espécie de escorpião. Ela foi identificada no veneno do escorpião *Tityus serrulatus* por pesquisadores da Fundação Ezequiel Dias (Funed), em Belo Horizonte. O novo soro, poli-

Escorpião *Tityus serrulatus* **encerrado em cativeiro.**

FOTO E. KALAPOTHAKIS (FUNED)

Bom para o homem, bom para o cavalo

O primeiro soro antiescorpiônico de que se tem notícia foi desenvolvido em São Paulo por Vital Brazil em 1909 e neutralizava as toxinas do veneno de *Tityus bahiensis*. O soro que neutralizava as toxinas de *T. serrulatus*, comum em Minas Gerais, seria produzido mais tarde pelo cientista Eurico Vilela, em Belo Horizonte.

Naquela época, o soro era produzido macerando-se a cauda do escorpião e injetando o produto resultante (uma mistura impura de proteínas musculares e glandulares, além do próprio veneno) no organismo do cavalo para estimular o desenvolvimento de anticorpos em seu sangue. De lá para cá, a qualidade do soro melhorou consideravelmente, graças à purificação do veneno e dos anticorpos. Hoje os cientistas procuram conhecer exatamente as frações responsáveis pela produção de anticorpos neutralizantes, para evitar que substâncias não-ativas produzam efeitos indesejáveis.

O cavalo foi e continua sendo o animal ideal no processo de produção do soro, pois é dócil e, a cada sangria, rende seis litros de sangue, cujas hemácias se sedimentam com facilidade em temperatura ambiente, deixando o soro na parte superior.

Como o veneno é muito tóxico, até mesmo letal dependendo da dose administrada, o animal sofre muito para produzir os anticorpos. Sua vida média em geral cai à metade. Para evitar o problema, as toxinas devem ser quimicamente modificadas, de modo a tornar-se menos agressiva sem, no entanto, perder sua atividade imunogênica. Com a descoberta da nova proteína, não-tóxica, a vida útil dos cavalos empregados na produção do soro deve aumentar significativamente.

valente, deve superar os já existentes no mercado: graças à sua pureza, atuará de forma mais rápida e específica, e o indivíduo que o receber estará livre de complicações clínicas (ver 'Bom para o homem, bom para o cavalo').

O veneno de *T. serrulatus* tem pelo menos oito toxinas diferentes, classificadas nos grupos alfa e beta. "Normalmente os anticorpos antialfa só reconhecem as toxinas alfa, e os antibeta só reconhecem as beta", explica Carlos Olortegui, imunologista da Funed. Durante a purificação dessas toxinas, ele verificou, surpreso, que uma dessas frações era reconhecida tanto por anticorpos antialfa quanto por antibeta. Mais surpreendente foi constatar, pouco depois, que ela não era tóxica e estimulava a produção de anticorpos. Batizada TsNTP (iniciais de *Tityus serrulatus* Non-Toxic Protein), a nova substância abria uma fertilíssima frente de pesquisa no campo da produção de soros.

"Imunizamos camundongos com essa proteína, e eles passaram a produzir anticorpos", conta o biólogo molecular Evanguedes Kalapothakis. Quando os animais recebiam cargas elevadas de toxinas ou mesmo o veneno total de escorpiões, seu sistema imune os reconhecia, neutralizando-os. Os pesquisadores da Funed verificaram então que a TsNTP protegia animais de laboratório inoculados com até 20 vezes a dose letal do veneno. Trabalhos clássicos realizados em laboratórios franceses mostram que os animais resistem no máximo quatro vezes à dose letal do veneno.

No momento, Kalapothakis concentra-se na aplicação de técnicas de biologia molecular para obter a TsNTP em escala industrial. Em condições normais, sua obtenção exige a passagem de corrente elétrica, de aproximadamente sete volts, na cauda do escorpião (onde se localiza a glândula do veneno), cuja musculatura se contrai expulsando a peçonha. "Dá muito trabalho e custa caro", reconhece o biólogo, ao defender a expressão da nova proteína em sistemas artificiais. Isso requer, de saída, o isolamento do gene do escorpião responsável pela produção do veneno e seu seqüenciamento. Essas etapas, com altos custos, compensados por sua queda substancial nas fases subseqüentes, já foram vencidas pelos pesquisadores.

Kalapothakis tenta agora expressar a nova proteína em bactérias, sistemas considerados mais fáceis de manipular. "Se não der certo", antevê o biólogo, "tentaremos expressá-la em leveduras ou até mesmo em células de insetos ou mamíferos. Em seguida, é preciso verificar se essa proteína, chamada recombinante, ativa o sistema imune de animais de laboratório".

Outro caminho a ser explorado pelos pesquisadores é verificar se a nova proteína contém uma fração específica (epitopo) com características imunogênicas. Se existir, sua síntese em laboratório é viável e resolve o problema, tanto quanto a obtenção da proteína recombinante.

A descoberta da TsNTP deve render, a médio prazo, importante subproduto, ao qual Olortegui e Kalapothakis se referem, por enquanto, com reserva. Como é não-tóxica e imunogênica, a nova proteína apresenta-se como excelente candidata à vacina capaz de proteger seres humanos e outros animais das mortais picadas de escorpião.

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/*Belo Horizonte*.

Detector de raios cósmicos ficará nos Andes

A tecnologia para este projeto deverá ser desenvolvida até o ano que vem

Até o ano 2002, a Terra terá dois observatórios construídos especialmente para estudar os raios cósmicos que bombardeiam nosso planeta: um na Argentina e outro no hemisfério Norte, em local ainda não definido. O objetivo da instalação desses detectores é desvendar o mistério da origem de partículas com energias acima de 10^{20} elétrons-Volts (0,1 Zeta elétrons-Volts – ZeV). O custo total do projeto está estimado em US$ 100 milhões, financiados em cinco anos pelas instituições participantes. O governo argentino entrará com 15% do valor do detector a ser construído em seu território.

A escolha da Argentina (figura 1) foi decidida em novembro de 1995 pelos coordenadores do projeto, reunidos na sede da Unesco, em Paris. Participam desse trabalho cientistas de vários países, inclusive do Brasil, que votou a favor da Argentina. A tecnologia necessária deve ser desenvolvida até 1997 e os detectores instalados entre 1998 e 2002. O observatório será batizado com o nome de Pierre Auger, o descobridor dos 'chuveiros' cósmicos extensos.

Cobrindo 3.500 km²

A construção dos detectores de raios cósmicos é estudada há dois anos por um grupo de cientistas liderado por James W. Cronin, da Universidade de Chicago, nos Estados Unidos, Prêmio Nobel de Física em 1980, com o apoio de eminentes físicos como Alan Watson, da Universidade de Leeds, na Inglaterra. Carlos Escobar, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) é o presidente da organização das instituições participantes, enquanto Murat Boratav, do College de France, é o secretário científico do projeto.

Cada conjunto detector cobrirá cerca de 3.500 km² de superfície, com mais de 1.500 unidades interligadas por sistemas de comunicação. O registro de raios cósmicos de altíssima energia, muito raros, só é possível com áreas de exposição muito extensas e longos períodos de observação.

O detector do hemisfério Sul ficará em El Nihuil, na encosta dos Andes, cerca de 300 km ao sul de Mendoza, em área próxima da estação de inverno de Las Leñas. Os coordenadores do projeto examinaram locais na Austrália, na África do Sul (a convite do próprio presidente Nelson Mandela) e na Argentina (também a convite do presidente Carlos Menem). Pesaram na escolha as condições do terreno, o clima, a infra-estrutura local e a forte participação de cientistas argentinos e brasileiros no projeto.

Figura 1. Localização do Observatório Pierre Auger (em vermelho), em área próxima à cordilheira dos Andes.

Além da colaboração latino-americana, o projeto envolve cientistas de todo o mundo: americanos, europeus, sul-africanos, australianos, vietnamitas e chineses. Os cientistas brasileiros estão ligados ao Laboratório de Física Experimental de Altas Energias (Lafex-CBPF), à Pontifícia Universidade Católica (PUC-RJ), à Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), à Universidade de

São Paulo (USP) e à Universidade de Campinas (Unicamp). Os coordenadores decidirão a localização do detector do hemisfério Norte em junho próximo, após estudar áreas em desertos americanos, na Espanha, na Rússia e no Kazaquistão.

O que são raios cósmicos?

A Terra é constantemente bombardeada por partículas vindas do espaço, que colidem com átomos da atmosfera produzindo 'chuveiros' de raios cósmicos. Essas partículas têm origem diversa: a maioria vem de fora do sistema solar e uma fração grande vem de fora da Via Láctea. O mecanismo convencional que explica a aceleração dos raios cósmicos foi proposto originalmente por Enrico Fermi, em 1949, e é de natureza eletromagnética. Eles podem ser acelerados por ondas de choque produzidas pela explosão de supernovas, ou por campos magnéticos de estrelas de nêutrons. Os mecanismos conhecidos, porém, têm limites naturais em sua potência, o que torna difícil explicar a origem de raios cósmicos de energia mais alta, acima de 10^{18} eV (1 Exa elétron-Volt – EeV).

De tempos em tempos, a Terra é atingida por esses 'projéteis' de altíssima energia, deixando perplexos os cientistas. Em anos recentes, foram observados três raios cósmicos com energias acima de 10^{20} eV (0,1 ZeV). O mais surpreendente é que tais raios devem originar-se ou em nossa galáxia, ou nas proximidades desta, pois a radiação de fundo existente em todo o universo, resquício do chamado *Big Bang*, funciona como uma barreira natural, degradando a energia dessas partículas. Esse processo de degradação de energia foi formulado pelo físico russo K. Greisen e colaboradores: os fótons da radiação de fundo são 'vistos' pelos raios cósmicos como raios gama de grande energia, e a colisão entre eles dissipa a energia dos raios cósmicos, na forma de píons.

O problema maior para o estudo dessas partículas – e de sua origem – está em sua raridade. Estimativas indicam que, a cada 50 anos, a Terra recebe cerca de uma partícula com energia de 10^{21} eV (1 ZeV) por quilômetro quadrado. Apesar disso, a tentação de resolver o mistério dos aceleradores cósmicos Zeta é tão grande que tornou viável o projeto dos novos detectores, formados por pouco mais de 1.500 estações, separadas umas das outras cerca de 1,5 km e espalhadas por grande área hexagonal – semelhantes aos nós de uma rede de pesca. Cada nó, ou unidade básica (figura 2), possui um recipiente (tanque de Cerenkov) hermeticamente selado, com cerca de 12 mil litros de água destilada. O interior de cada tanque é constantemente observado por três fotodetectores, sensíveis aos rápidos *flashes* de luz produzidos pelas partículas quando penetram na água. As estações serão interligadas através de tecnologia semelhante à telefonia celular, comunicação necessária para a tomada de decisões sobre a coleta e o registro de chegada de sinais de raios cósmicos.

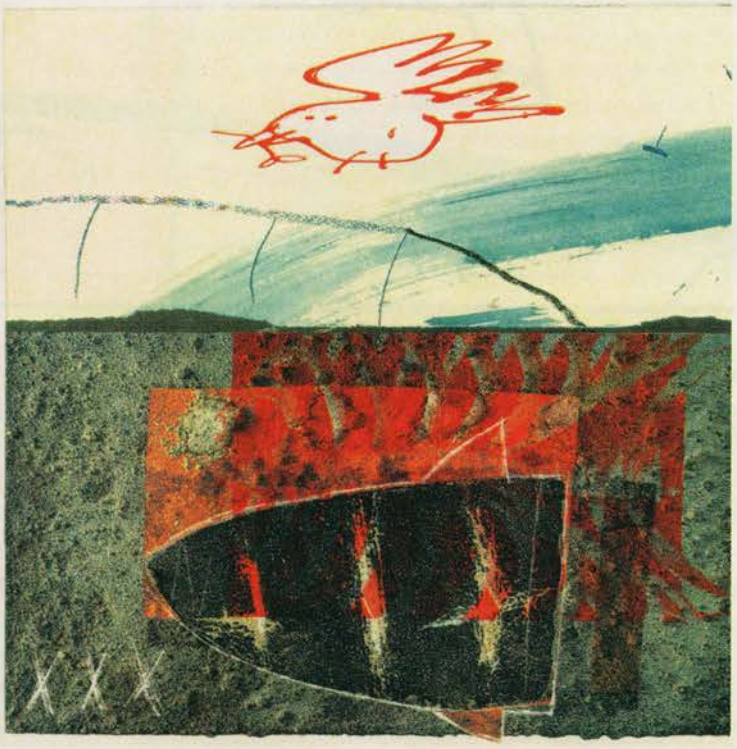
Os detectores são otimizados para medir apenas raios cósmicos com energias acima de 1 EeV, mas estes, quando chegam à superfície da Terra, já se fragmentaram em milhares de partículas secundárias, que se espalham por extensa área e atingem vários tanques simultaneamente. A direção dos raios é calculada medindo-se a diferença de chegada das várias partículas nos diferentes detectores. Para medir o tempo com precisão é utilizado o sistema GPS (*Ground Position System*), baseado nos sinais recebidos de uma rede de satélites – o mesmo que aviões comerciais de grande porte usam para sua própria localização. A energia de cada estação é gerada por painéis de fotocélulas solares.

Além de tanques de Cerenkov, há em cada estação um sistema de detecção complementar (detectores de luz fluorescente) que observa diretamente os *flashes* produzidos pelos 'chuveiros' cósmicos na atmosfera. Mas esses detectores, muito sensíveis à luz, só podem operar em noites claras, sem lua (cerca de 10% do tempo). Mesmo assim, suas medidas servirão para observar o deslocamento longitudinal das partículas dos 'chuveiros' e para calibrar as informações do outro detector.

Figura 2. Unidade de detecção de raios cósmicos integrante da rede do observatório argentino.

Por um mundo livre das armas nucleares

Cientistas de vários países afirmam que a não-proliferação não basta



Embora esteja em vigor há 25 anos e reúna 178 países, o Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP), hoje a única barreira internacional contra esse tipo de arma, não contém uma agenda bem definida para o desarmamento nuclear. O acordo solicita que as potências nucleares estabeleçam, de boa-fé e em prazo não distante, condições para a eliminação de seus arsenais atômicos, mas o compromisso não foi cumprido. Ao contrário, os arsenais nucleares dos cinco países que tinham bombas atômicas em 1970 cresceram assustadoramente, e hoje várias outras nações dominam as tecnologias de construção de tais armas. Essa indefinição torna necessário um acordo mais abrangente e efetivo, que garanta, além da não-proliferação, uma agenda final de desarmamento.

O melhor caminho para isso seria a realização de uma Convenção Mundial de Armas Nucleares, semelhante às duas outras convenções sobre armas de grande poder de destruição, ambas em fase de homologação pelas nações: a das armas químicas e a das armas biológicas.

Para tornar viável uma convenção que elimine de uma vez por todas a ameaça atômica, é preciso definir claramente as etapas de preparação dessa convenção, os critérios fundamentais de um acordo desse porte, e ainda conscientizar a opinião pública quanto à necessidade de substituir o TNP. Esses são os principais objetivos do grupo de estudos organizado, em novembro do ano passado, durante encontro promovido pela International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation (INESAP) na cidade alemã de Mülheim. O grupo – integrado por 55 cientistas ou engenheiros de 19 países – apresentou, em abril deste ano, o seu estudo preliminar em Nova York.

Os cientistas partem da constatação de que, nas nações industrializadas, a eliminação total de armas nucleares começa a ser vista como um projeto necessário. Em países com arsenais atômicos, cresce a convicção da opinião pública de que tais arsenais não contribuem para a segurança nacional. Também vem sendo reconhecido que a existência de arsenais legitimados pelo TNP representa um fator de incentivo à proliferação dessas armas. A decisão por uma convenção mundial, portanto, estaria de acordo com essa consciência coletiva e ainda obedeceria ao disposto no 'artigo IV' do TNP, que prevê o desarmamento total de todos os países signatários.

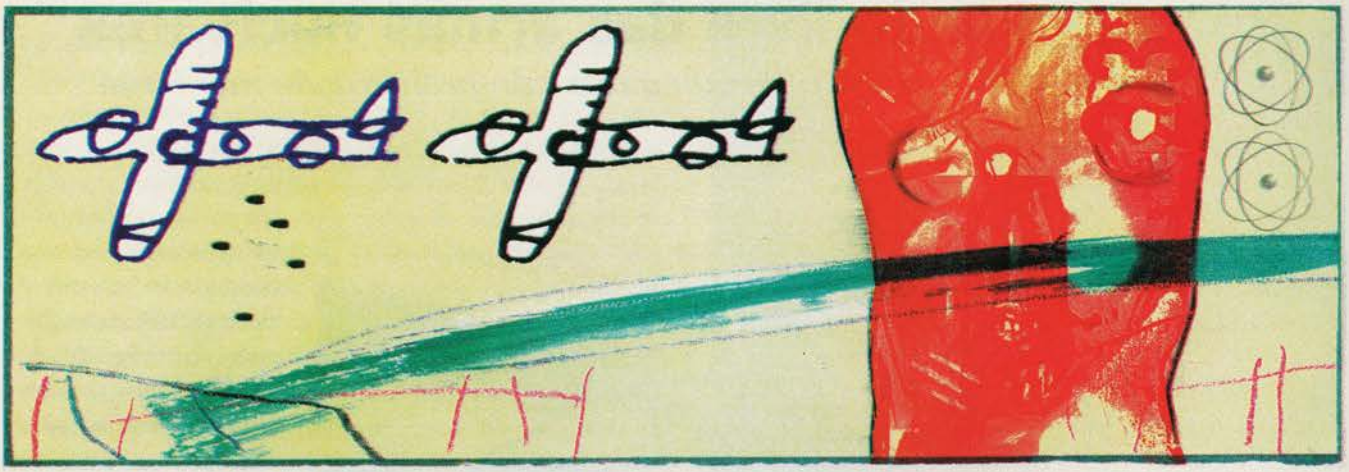
O que é a convenção mundial?

O princípio básico para uma convenção de armas nucleares é a abolição universal desses artefatos. Enquanto existirem nações com 'mandato de porte' de armas nucleares, outras nações manterão seu interesse em conseguir a 'opção nuclear'. Uma convenção nesses moldes, portanto, seria o instrumento universal para o desarmamento, conferindo a todas as nações os mesmos direitos e deveres. A convenção determinaria a ilegalidade de possessão e produção de armas nucleares, de sua utilização ou de ameaça do seu uso, de adaptação ou construção de veículos para lançamento dessas armas e de produção ou armazenagem de explosivos nucleares.

Como fazer a convenção?

Durante a primeira semana da Conferência de Extensão do TNP, realizada de 17 de abril a 13 de maio deste ano na sede da Organização das Nações Unidas, em Nova York, uma conferência paralela na mesma cidade – com a participação de 100 cientistas, engenheiros, médicos, advogados e especialistas acadêmicos em armas nucleares atômi-

ILUSTRAÇÕES CAVALCANTE



cas e em veículos lançadores. Ali foi apresentado o estudo preliminar sobre as bases de uma convenção nuclear coordenado pelo INESAP. As principais etapas para essa convenção são apresentadas a seguir.

O primeiro passo seria uma resolução, no âmbito das Nações Unidas, definindo uma agenda para negociações na Conferência de Desarmamento da própria ONU. Esse foi o procedimento adotado nas negociações das convenções de outras armas de destruição maciça. O estabelecimento de uma convenção nuclear mundial, entretanto, dependerá da efetivação de vários acordos internacionais. Um deles, o de suspensão de testes nucleares, previsto para 1996, foi homologado na Conferência de Extensão do TNP. Entre aqueles que ainda não foram negociados, os mais importantes são os de suspensão da produção de explosivos nucleares, de eliminação gradual dos atuais arsenais atômicos e de controle de tecnologia de mísseis.

I. Acordo para suspensão total de produção de explosivos nucleares

Qualquer solução duradoura para a eliminação global de armas nucleares e controle de suas tecnologias dependerá de um acordo internacional preliminar que suspenda a produção de explosivos nucleares. Esses materiais são: o urânio altamente enriquecido em urânio-235, o plutônio com qualquer composição isotópica e o trítio, um eficiente catalisador do processo de explosão. Nos Estados Unidos e na Rússia, os estoques desses materiais são enormes. Um acordo que interrompa sua produção nos dois países é atualmente viável sob todos os aspectos, e uma iniciativa russo-americana é fundamental para assegurar a formalização do acordo pelas demais nações nuclearizadas.

II. Acordo de eliminação gradual de arsenais nucleares

Pelos acordos atuais entre os Estados Unidos e a Rússia, esses países terão cerca de 6.500 bombas nucleares no ano 2003. Essa quantidade ainda supera em cinco a oito vezes a soma dos arsenais das demais nações nuclearizadas. Entretanto, outro acordo, hoje em discussão entre os dois países com maiores arsenais, para eliminação de mais 1.000 bombas nucleares, já possibilitaria a inclusão das demais nações nuclearizadas em acordos futuros. Israel, Índia e Paquistão, países detentores de tecnologias nucleares, em condições de montagem de arsenais, certamente acompanhariam França, Inglaterra e China e participariam de decisões futuras.

A experiência acumulada pela Rússia e Estados Unidos no cumprimento dos compromissos assumidos nos acordos atuais demonstra que o desmonte universal de bombas atômicas exige soluções diplomáticas e técnicas que só podem ser implementadas de forma gradual. Os problemas podem ser resumidos em quatro tópicos:

a) abertura de arsenais para verificação internacional;

b) armazenagem dos explosivos nucleares retirados das bombas;

c) reprocessamento dos explosivos nucleares, impedindo usos militares futuros desses materiais; e

d) estocagem definitiva dos materiais reprocessados.

Existe, no entanto, a possibilidade de um primeiro passo para a solução desses problemas, compatível com as atuais posições assumidas pelas nações nuclearizadas. Tal etapa seria a criação de um sistema de armazenamento de bombas atômicas pelos próprios países que as detêm, mas monitorado internacionalmente. Nesse caso, as bombas seriam desativadas mas continuariam sob controle nacional. O início simultâneo das negociações para a passagem desse regime de monitoramento para um regime definitivo a ser estabelecido pela convenção mundial garantiria a natureza provisória desse passo.

III. Acordo para um sistema de controle de tecnologias de mísseis

A multiplicidade de equipamentos capazes de transportar bombas atômi-

cas e lançá-las sobre alvos distantes dificulta o estabelecimento de acordos internacionais para controle dessas tecnologias. Somente o esforço equivalente à instituição de outra convenção – uma Convenção de Mísseis Balísticos – permitiria dimensionar o controle e a eventual eliminação de mísseis para lançamento de bombas nucleares.

Um estudo de 1992 sobre a eliminação desses mísseis, patrocinado pela Federação de Cientistas Americanos (FAS), poderia servir como base para a discussão de uma convenção específica. A proposta da FAS requer quatro etapas:

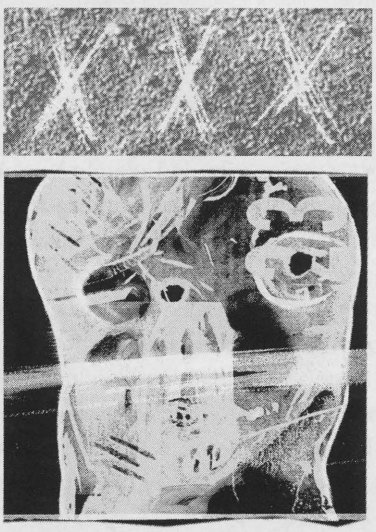
a) uma iniciativa russo-americana de redução substancial dos seus mísseis, bem além do atual acordo (START II), e um compromisso dos dois países de não usarem mísses em certas regiões do planeta;

b) uma conferência internacional sobre mísseis, para a implementação de zonas livres de mísseis balísticos (ZLM) e a redução dos estoques desses veículos;

c) criação de uma agência internacional de desarmamento de mísseis balísticos para supervisionar as ZLM e oferecer assistência diplomática e técnica a países que desejarem participar dessas zonas livres; e

d) estabelecimento de uma agenda final para eliminação de mísseis balísticos pelos países-membros da convenção.

O esforço atual, porém, concentra-se na área de controle da tecnologia de mísseis, embora existam outros tipos de veículos (principalmente aviões) que podem ser adaptados como plataformas lançadoras. A criação, em 1993, nas Nações Unidas, de um Registro Internacional de Armas Convencionais aponta um caminho a seguir. Essa iniciativa, ampliada, poderia garantir o monitoramento específico dos potenciais veículos lançadores de bombas atômicas.



O papel da América Latina

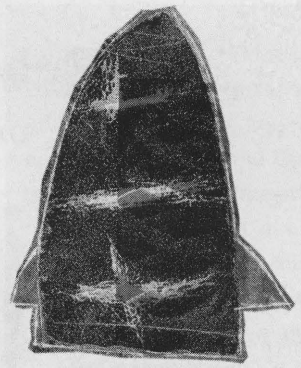
Para surpresa de muitos, a América Latina ocupa uma liderança mundial em acordos que superem os impasses atuais do TNP. No continente existem hoje três acordos de não-proliferação independentes do TNP, todos homologados pelos signatários e de alcance abran-gente quanto às salvaguardas contra bombas atômicas. Por ordem cronológica, eles são o Tratado de Tlatelolco, o Acordo Bilateral Brasil-Argentina e o Acordo Quadripartito que envolve a Argentina, o Brasil, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIAE) e a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (ABACC).

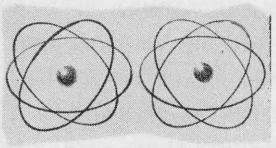
O acordo bilateral entre Brasil e Argentina gerou a ABACC e foi complementado pelo Acordo Quadripartito, assinado em dezembro de 1991. Este último acordo possibilita à AIEA realizar inspeções independentes nos dois países e estabelece na prática um sistema de salvaguardas tecnicamente equivalente ao exigido pelo TNP. A importância desses acordos manifesta-se nos seguintes pontos:

a) tornam as inspeções muito mais robustas, por admitir uma dupla verificação em áreas sensíveis de instalações nucleares;

b) oferecem maior confiabilidade a todo o processo, já que inspetores dos próprios países participam independentemente de todo o sistema de salvaguardas;

c) permitem aos governos desses países o acesso mútuo às informações sobre as instalações nucleares do país vizinho, o que não é previsto no TNP; e





d) elimina o contexto político 'Norte *vs.* Sul' das inspeções, já que as duas agências atuam em um mesmo plano hierárquico.

Os acordos latino-americanos vêm atraindo o interesse de muitos países. A ABACC está sendo examinada como protótipo de agências de inspeção que poderiam reduzir as tensões entre países do Oriente Médio, da região sul da Ásia e da península da Coréia. Nessas regiões, o estabelecimento de acordos semelhantes permitiria uma maior liberdade de escolha das instalações que seriam inspecionadas. No Oriente Médio, por exemplo, tal acordo permitiria inspeções em instalações nucleares de Israel e em instalações químicas de países árabes. E na península da Coréia poderiam ser negociadas inspeções de instalações nucleares da Coréia do Norte e de bases militares da Coréia do Sul que possam abrigar armas nucleares dos Estados Unidos.

Fernando de Souza Barros
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Brasil testa vacina anti-AIDS

Por que, onde e como entramos nesta luta de vida ou morte

ILUSTRAÇÃO WALTER

A ciência avançou muito na erradicação de epidemias: doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), por exemplo, já podem ser controladas combinando-se o reconhecimento precoce, a busca ativa de parceiros e a quimioterapia das infecções. Mas o surgimento de novas doenças desse tipo, em especial a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), causada pelo Vírus de Imunodeficiência Humana (HIV), representa desafio que os pesquisadores precisam enfrentar com intensidade e urgência inéditas, tanto no meio científico como em toda a sociedade.

A AIDS é o maior quebra-cabeça dos tempos atuais. Ainda não há remédios eficazes ou vacina que previna ou amenize a doença. No Brasil, a resistência cultural a debates sobre a sexualidade limita os efeitos das campanhas públicas de educação e multiplica o número de casos. Isto afeta, particularmente, a população mais carente e desinformada.

Como hoje se previne a AIDS no Brasil

São duas as formas de prevenção da AIDS, adotadas em pesquisas desenvolvidas pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz):

• *Ações não-vacinais* (campanhas educacionais, distribuição de preservativos, aconselhamento comportamental e outras), realizadas pelo poder público (postos de saúde e hospitais) e pela iniciativa privada (empresas e entidades civis). Essa opção, viável, mas de resultado demorado e caro, é considerada insuficiente pela Organização Mundial de Saúde (OMS), diante da gravidade da epidemia no mundo e em especial nos países em desenvolvimento.

• *Ações vacinais*, em fase de desenvolvimento, que só a longo prazo poderão chegar à população. O reconhecimento de que a AIDS não será controlada sem a obtenção de vacina anti-HIV exige variadas pesquisas com produtos capazes de neutralizar o vírus (no momento, há no mundo cerca de 20 produtos candidatos a vacinas, norte-americanos e europeus). No controle de doenças infecto-contagiosas, a vacina tem a melhor relação custo-benefício. O Brasil precisa dela com a máxima urgência.

A participação brasileira em ensaios vacinais começou a ser definida quando a OMS apontou, em 1991, quatro países em desenvolvimento que por razões sociais ou científicas poderiam sediar tais ensaios: Brasil, Tailândia, Uganda e Ruanda, todos com posição de destaque no *ranking* mundial da AIDS. Tais países receberiam ajuda da OMS a fim de preparar-se para futuros estudos de eficácia da vacina (fase III) – as fases I e II, exigidas de toda proposta de vacina, envolvem avaliações de segurança e de imunogenicidade (estudos de reações imunizantes em nível humoral ou celular). O Brasil, porém, exibia condições especiais: além de ter comprovada capacitação técnica e científica, já negociava com a United Biomedical Inc. a avaliação de proposta de vacina experimentada com relativo êxito nos Estados Unidos e testada também na China e na Austrália.

O desenvolvimento de vacina é complexo, demorado e caro. Daí a necessidade de parcerias entre pesquisadores de várias instituições, do país e do exterior, entre o Ministério da Saúde e a OMS e sobretudo entre cientistas e voluntários de testes. A compreensão geral da sociedade também é necessária, para evitar resistências que possam prejudicar o próprio avanço científico.

Condições para verificar a eficácia de uma vacina

1 • Compromisso de uma instituição e vontade político-científica do governo. Ao decidir entrar no 'clube da vacina', de testagem de produtos, o Brasil criou o Programa Nacional de Vacinas, ligado ao Programa Nacional de DST/AIDS, do Ministério da Saúde. Isso ajudou a concretizar os entendimentos com a OMS, para os testes, e a escolha de três cidades – Rio de Janeiro, São Paulo e

Belo Horizonte – como centros de pesquisa. Com a exclusão de São Paulo, a Fiocruz e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) comprometeram-se a realizar as pesquisas.

2• Apoio da sociedade civil (associações de classe, sindicatos, conselhos e outras), de entidades não-governamentais e da imprensa (jornais, revistas e emissoras de televisão e rádio).

3• Criação de infra-estrutura médico-laboratorial para apoiar as pesquisas e capacitar grupos multidisciplinares, incluindo a área sociocomportamental, para condução de ensaios vacinais.

Como criar as condições necessárias

A operação requer paciência, transparência e investimentos de médio e longo prazos. Só assim será possível apoiar eventuais decisões do governo quanto à ampliação do trabalho e à aplicação de vacina anti-HIV que atenda às necessidades do país. Por isso, são importantes as pesquisas preliminares, que visam criar condições médico-científico-sociais para outros estágios de teste de candidatos a vacina. Esse trabalho envolve a ampliação do conhecimento sobre a diversidade genética e antigênica das amostras virais que circulam no Brasil e a resposta imunológica à infecção natural pelo HIV ou aos produtos vacinais em teste.

As pesquisas sobre AIDS são dificultadas pela mutabilidade do vírus HIV e pela necessidade de identificar os subtipos circulantes, para evitar trabalho e gastos inúteis. Três subtipos de HIV-1 (B, F e C) já foram identificados no Brasil, além de formas recombinantes. O subtipo B predomina em cerca de 90% das amostras, mas a avaliação da alça V3 do envelope viral, região descrita como de grande relevância na indução da imunidade protetora, mostra a ocorrência no país de duas formas virais: uma semelhante à encontrada nos Estados Unidos e na Europa (B) e outra, tipicamente brasileira, reconhecida pela OMS como variante (B'). Mas ainda é preciso mapear a evolução no tempo das variantes do HIV em circulação no país e sua distribuição por regiões e por comportamentos de risco. Será preciso também avaliar o impacto dessas diferentes formas do vírus na resposta imunológica de pessoas infectadas, dado fundamental para a definição de imunógenos mais adequados às condições brasileiras. Finalmente, as pesquisas preliminares compreendem a verificação de incidência (número de casos novos por ano) e a avaliação prospectiva das pessoas infectadas recentemente (resposta imunológica à infecção natural pelo vírus).

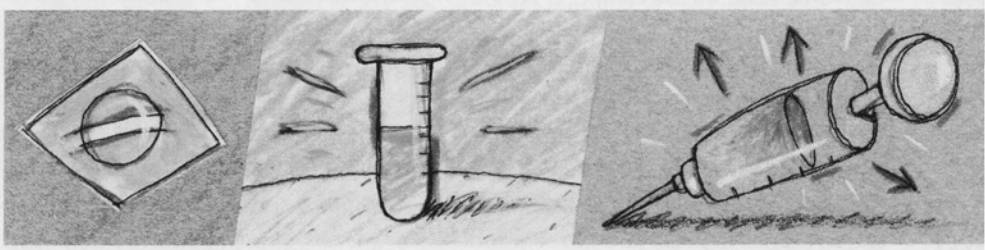
As investigações sobre incidência exigem o recrutamento de voluntários dentro de coortes. O acompanhamento regular desse grupo produzirá dados sobre a incidência do HIV (número de infecções novas durante um período) no país. A incidência do HIV em pessoas com comportamento de risco será essencial para determinar o número de voluntários (tamanho da amostra) nos futuros ensaios de eficácia (fase III). A verificação da incidência do HIV entre "homens que fazem sexo com outros homens" está em andamento desde 1994, em estudo multicêntrico entre São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, com apoio financeiro do Programa Nacional DST/AIDS e da OMS.

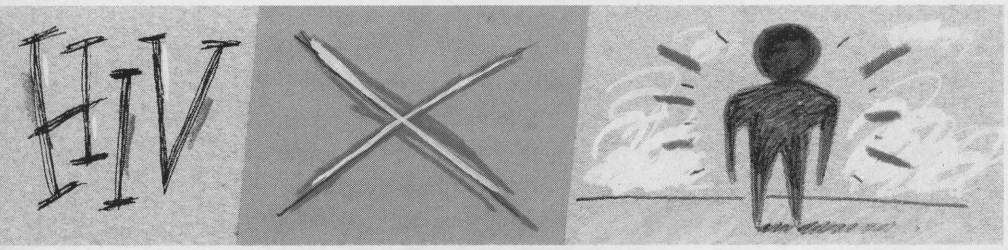
Para iniciar o programa, o Ministério da Saúde aprovou o projeto de teste do produto V-108, da United Biomedical Inc. Os testes em andamento, ainda na fase I, envolvem 30 voluntários (15 no Rio de Janeiro e 15 em Belo Horizonte). O produto em experiência na Fiocruz (Hospital Evandro Chagas e Departamento de Imunologia) e da UFMG é composto sintético (peptídeo monovalente MN) e já foi testado nos Estados Unidos, China, Austrália e Tailândia, com resultados que atendem às expectativas, segundo revistas médicas conceituadas e informações da empresa.

Os ensaios clínicos das fases I e II com vacina experimental têm como objetivo inicial estabelecer a segurança (reações adversas) e a imunogenicidade (reações imunitárias humoral ou celular) específicas de um produto. Espera-se que a vacina possa induzir o sistema imunológico a produzir anticorpos e ativar a resposta imune celular. Os testes de laboratório dirão se a resposta imunológica foi bastante forte para neutralizar o HIV, quanto dura essa resposta e se sua ação é suficientemente ampla para cobrir as variantes do HIV predominantes no Brasil.

Os voluntários dos testes

Escolhidos em criteriosa triagem médico-psicológica, os 30 participantes dos testes são cidadãos conscientes, saudáveis, entre 18 e 50 anos, que receberam todas as informações sobre a pesquisa, assinaram termo de consentimento e estão fortemente motivados. Todos aceitaram os procedimentos indispensáveis à pesquisa e apresentam baixo risco de contaminação pelo HIV. Cada um recebeu três doses do produto (duplo cego, aleatória e controlado por placebo). O preparado já demonstrou em pesquisas anteriores ser capaz de induzir o sistema imunológico a produzir anticorpos neutralizadores contra o HIV, sem





gerar reações adversas. Como a pesquisa não visa verificar a proteção na 'vida real', exige-se que os voluntários não se expônham a riscos de infecção.

Ao firmar o termo de compromisso, com a Fiocruz ou a UFMG, o voluntário fica ciente das implicações do teste e tem assegurados assistência médica e aconselhamento psicológico até a avaliação dos resultados, o que, no Brasil, revela novo estilo – à base de transparência e respeito mútuo – na implementação de pesquisas com seres humanos.

O acompanhamento regular de um grupo de pessoas com comportamento de risco (voluntários em potencial de outros testes de vacina nas fases II e III) produzirá dados sobre o número de infecções novas pelo HIV e reações imunológicas em certo período.

Como enfrentar as resistências

Mobilizar e conscientizar os grupos mais vulneráveis ao vírus é fundamental. Muitas das ações e programas desenvolvidos nessa área, em várias partes do mundo, evidenciam que certos indivíduos resistem a intervenções preventivas, continuando a manter práticas de sexo desprotegido. Possível explicação para o fenômeno é a existência de variáveis psicológicas e de personalidade que se sobrepõem ao fator cognitivo de risco. Nesse campo, o programa desenvolve projeto pioneiro de busca de determinadas variáveis que conjuntamente ou preponderantemente impulsionem o indivíduo a não levar em conta seus riscos de contaminação. Se for comprovada a presença de tais variáveis nas práticas de sexo sem proteção, isso poderá servir, futuramente, para traçar novas intervenções de prevenção. Por questões culturais, o brasileiro resiste às advertências sobre os riscos do sexo desprotegido e teme participar de experiências científicas. O conhecimento de práticas sexuais e as ações preventivas dentro do contexto social permitem aprimorar as ações não-vacinais. Os estudos em andamento debatem essas questões com os voluntários inscritos e vêem as ações preventivas como questão central.

Grande desafio do programa de testes é o de mudar a opinião pública em relação à participação em experiências científicas, sobretudo no Rio de Janeiro. A visão preconceituosa do voluntário como 'cobaia' motivou atitudes obscurantistas por parte de setores científicos desinformados e de entidades que lidam com portadores do HIV. Mas esses preconceitos estão sendo desfeitos pela ação eficiente e correta, junto à mídia, das instituições envolvidas nos testes, particularmente a Fiocruz. Os pesquisadores desfizeram malentendidos em foros médico-científicos (Academia Nacional de Medicina, Conselho Regional de Medicina) e em instituições da sociedade civil (Ordem dos Advogados do Brasil, Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro). Mas persistem resistências em algumas áreas.

Urge montar o mapa das vulnerabilidades

As resistências podem ser resumidas em duas perguntas:

"Por que repetir no Brasil experiência realizada no exterior?

Por que pesquisar produto não-específico para os subtipos circulantes no país?"

Tais questões são irrelevantes. O Brasil não pode deixar de acompanhar as pesquisas sobre a AIDS, pois o problema é sério no país, e não pode renunciar ao direito, conquistado junto a organismos mundiais, de participar desse trabalho em condições médico-científicas favoráveis. Para tanto, precisa mapear, com urgência, comportamentos psicólogos e fatores sociais que tornam mais vulneráveis os grupos de risco no país. Além disso, temos ainda que levantar as respostas imunológicas ligadas à herança genética brasileira.

Nesse contexto, a pesquisa em curso é apenas o início de um processo mais amplo. O Ministério da Saúde já examina, com a OMS, possíveis produtores de vacinas que atendam às condições específicas das infecções pelo HIV no Brasil, dentro de normas nacionais e internacionais. E essas condições serão definidas exatamente pelos resultados dos testes da Fiocruz e da UFMG.

Tudo isso dará à população brasileira prioridade no acesso aos resultados da pesquisa mundial, ou seja, à possível vacina eficaz. Participando da pesquisa, o Brasil adquire condições privilegiadas, tanto em termos de preços menores quanto de maiores quantidades. Só essas condições – sem contar os avanços científicos e sociais – já justificariam os testes pioneiros desenvolvidos no país para reduzir o impacto e talvez controlar futuramente o vírus que mudou radicalmente a vida humana, às vésperas do século XXI.

Frits Sutmoller
Núcleo de Epidemiologia - Hospital Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz.
Mariza Gonçalves Morgado e Vera Bongertz
Departamento de Imunologia, Fundação Oswaldo Cruz.

Bósnia: paz ou prenúncio de nova guerra?

Parece sepultada a idéia de uma soberania bósnia acima de etnias ou religiões, como no Canadá, Bélgica, Espanha e outros países multirraciais e multiculturais. Surgem estados étnicos, o que é um perigo.

Após quatro anos de guerra, 200 mil mortos e 2,7 milhões de refugiados, o Tratado de Paz dos Bálcãs, assinado em Paris em 14 de dezembro de 1995, tenta pôr fim ao maior conflito bélico da Europa desde a Segunda Guerra Mundial. Baseado no Acordo de Dayton (Ohio, EUA), o novo tratado abandona as antigas propostas de 'cantonização' da Bósnia, determinando que o país é um Estado soberano, formado por duas federações: uma croata-muçulmana, com 51% do território, outra sérvio-bósnia, com 49% do país. Sarajevo, símbolo da guerra, torna-se capital unificada sob controle muçulmano, inclusive sobre os bairros sérvios.

Para assegurar o processo de pacificação, o documento cria uma força militar especial, a Força de Implantação, composta por soldados fortemente equipados e recrutados entre países-membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) – um terço da força é composta por norte-americanos. Está prevista a realização de eleições gerais em setembro de 1996. Depois do pleito, todas as tropas estrangeiras devem deixar o país.

Apesar do compromisso formal de paz, vários problemas não foram resolvidos com a assinatura do tratado. Muitos alegam, com razão, que a divisão de um Estado em duas federações políticas soberanas é apenas um primeiro passo para seu esfacelamento e possível anexação delas pelas vizinhas Croácia e Sérvia. As fronteiras entre as duas partes resultam mais dos acasos da guerra que de tradições culturais sedimentadas. Além disso, já se pode prever o amplo remanejamento da população.

De acordo com o tratado, a cidade muçulmana de Gorazde liga-se à federação croata-muçulmana por tênue corredor em torno de uma autopista, à mercê de qualquer tipo de ação sérvia, e outro corredor semelhante une as duas grandes áreas sérvias. Croatas e muçulmanos divergem na administração de sua área comum, o que prenuncia futuro conturbado para essa federação.

Bastante explosiva é a situação das tropas fora de controle. Muitos sérvios não aceitam o Acordo de Dayton e negam-se a entregar as armas. Quatro mil guerrilheiros *mujahedin* (voluntários vindos dos países islâmicos), entre os quais centenas de guardas islâmicos iranianos e palestinos, recusam o cessar-fogo. Inúmeros voluntários neofascistas de origem alemã, norte-americana e canadense, contratados pelos croatas, ainda permanecem no país.

A situação dos sérvios de Sarajevo, agora sob controle dos muçulmanos, é especialmente dramática. Após quatro anos de luta fratricida, a idéia de depender dos muçulmanos para sua própria segurança é insuportável para os sérvios da capital – 96% da população sérvia de Sarajevo votou contra o Acordo de Dayton. As perspectivas são claramente conflituosas. O sérvio Branka Zarkovic, 27 anos, residente em Sarajevo, afirma: "Se as autoridades muçulmanas assumirem o poder, seremos, na melhor das hipóteses, cidadãos de segunda classe. Não encontraremos emprego e nossos filhos terão que aprender o islamismo na escola" (*Die Welt*, 27 de novembro de 1995).

Figura 1. Acima, mapa da Bósnia, com as áreas sérvias e muçulmano-croatas, após o Tratado de Paz dos Bálcãs, de novembro de 1995. Figura 2. Ao lado, Iugoslávia, com seus vizinhos e suas diferentes áreas étnicas (hoje, países autônomos), antes da divisão em 1992.

Clinton intervém

Segundo a 'nova ordem mundial', surgida após a queda dos regimes socialistas no leste europeu, cabe à União Européia, sucessora da Comunidade Econômica ou Mercado Comum Europeu, ou à OTAN, enfrentar os casos de conflito no continente. Na Bósnia, as tentativas de acordo propostas pela União Econômica e pela ONU baseavam-se na divisão do país em cantões, tendo como modelo a Suíça, federação de povos e religiões diferenciadas, sem levar em conta as especificidades históricas e culturais dos dois países.

Nenhum acordo era possível nesse contexto. Cada parte em luta reclamava território maior, ignorando a presença de outra população na área reivindicada, ou simplesmente acreditando que as táticas de limpeza étnica, pela atemorização, obrigariam essa população a abandonar a região sob disputa. À medida que se multiplicavam os mapas da possível paz, mais cruel tornava-se a guerra, pois o critério étnico-territorial de 'quanto território para tantas etnias' não satisfazia a qualquer dos contendores.

Diante do fracasso de diplomatas e políticos ingleses, suecos, portugueses, franceses e outros, em verdadeira desmoralização da 'nova Europa', e do vertiginoso aumento das atrocidades cometidas na guerra, os Estados Unidos resolveram intervir diretamente. A decisão obedeceu a dois fatores principais: 1) Washington temia que o envolvimento de outros poderes políticos (Macedônia, Grécia, Turquia etc.) criasse condições generalizadas de conflito; 2) o presidente Bill Clinton, acuado pelo Partido Republicano e com o governo literalmente paralisado, via na política internacional a oportunidade de reverter a seu favor a opinião da grande imprensa.

Ao conseguirem no Haiti o afastamento da junta militar e a restauração do presidente constitucional, os Estados Unidos ganharam um trunfo internacional significativo, embora o caso fosse bastante maleável. A intervenção, ao lado do 'mocinho', recebeu aprovação incondicional e melhorou a posição de Clinton na disputa com pré-candidatos republicanos (a maioria deles "isolacionista e contrária a qualquer intervenção norte-americana em áreas secundárias", na expressão de Henry Kissinger).

Clinton, então, resolveu empenhar-se pela paz na Bósnia a qualquer custo e lançou-se em campanha pela paz na Irlanda do Norte, outra área de violência endêmica. Usando a experiência de negociação adquirida com os acordos entre Israel e Egito e Israel e Palestinos, ele 'confinou' as lideranças dos povos em guerra numa base militar em Dayton, durante três semanas, em novembro de 1995. Sob fortíssima pressão norte-americana e de seus aliados europeus, os líderes croatas, sérvios e sérvio-bósnios negociaram o acordo geral e novo mapa para a Bósnia.

A princípio relutantes, os sérvios foram convencidos pela pressão dos Estados Unidos e por violenta ofensiva militar croata-muçulmana, que expulsou mais de 100 mil sérvios da fronteira croata. Isolados, em grave crise financeira e econômica, foram levados a concordar com a proposta de Richard Holbrooke, o subsecretário de Estado norte-americano. Apesar dos sinais de simpatia, o único apoio com que os sérvios contavam, o da Federação Russa, pouco chegou a pesar no acordo. A doença e o afastamento de Boris Yeltsin, as eleições gerais que levaram à derrota do governo e o conflito na Chechênia impediram que a Rússia interferisse a favor de seu aliado.

Novo nacionalismo

Os movimentos de fragmentação que hoje agitam o leste da Europa, em especial os países do antigo bloco oriental, não têm relação com as convulsões que, entre 1848 e 1918, deram origem a grandes Estados nacionais unificados, como Itália, Alemanha, Polônia e a própria Iugoslávia. O nacionalismo de hoje atinge novo patamar, com acentuado grau de fundamentalismo religioso e racial, que supõe *a priori* a impossibilidade de conviver com a diferença (ver 'Bósnia: uma guerra entre irmãos', em *Ciência Hoje* nº 112).

O caráter frágil das novas identidades construídas após o fim dos Estados socialistas autoritários reforça o aspecto básico do fundamentalismo: negar-se ao debate e exaltar o particular; ter resposta peremptória, na maior parte das vezes escudada na violência. Isso não ocorre só na Bósnia. O recente assassinato do primeiro-ministro de Israel, Ithzak Rabin, por um judeu fundamentalista, ou o atentado a bomba em Oklahoma (EUA), perpetrado por grupo de fundamentalistas dedicados à causa da supremacia branca, marcam a aparição desse novo fenômeno em escala mundial.

Embora tenha evitado a 'cantonização', o Tratado de Paz dos Bálcãs representa a vitória do princípio do particular, com a atribuição de soberania para as etnias em disputa. A idéia de uma soberania bósnia acima de etnias ou religiões – como no Canadá, na Bélgica, na Espanha e em outros países multirraciais e multiculturais – parece estar sepultada de vez. Abre-se perigoso precedente para a multiplicação dos estados étnicos (exemplo é o recente plebiscito no Canadá, que pretendia a separação de Quebec).

O ano de 1996 deve ser definitivo para a questão bósnia – seja para a consolidação de uma paz que talvez não seja ideal, mas apenas a possível, seja como trégua para uma luta maior que ainda está por vir.

Francisco Carlos Teixeira Da Silva
Programa de Estudos do Tempo Presente, Instituto de Filosofia e Ciência Sociais, UFRJ.

SERVIÇOS

CADERNO COM INFORMAÇÕES PRÁTICAS PARA QUEM ESTUDA, PESQUISA E DESENVOLVE ATIVIDADES CIENTÍFICAS, DE NORTE A SUL DO BRASIL.

Neste caderno:

Relatório de Avaliação da CAPES – 6ª Parte

Ciência Hoje dá continuidade à publicação dos resultados da avaliação dos cursos de mestrado e doutorado do país realizada, no período de 1992-93, pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), considerado o trabalho mais importante no gênero, feito no país. Deste número constam as notas referentes aos cursos de Entomologia, Extensão Rural, Farmácia, Farmacologia, Filosofia, Física, Fisiologia, Fonoaudiologia, Genética. Nos próximos números, divulgaremos as notas dos demais cursos, seguindo a ordem alfabética estabelecida no próprio relatório da Capes.

A avaliação foi realizada por comissões de consultores científicos, membros do corpo docente e pesquisadores dos programas de mestrado e doutorado, e baseou-se em relatórios de visitas periódicas e num conjunto de dados fornecidos pelas coordenações dos cursos, de forma padronizada, e organizados pela Capes. Esses dados referem-se ao corpo docente, à estrutura curricular, às atividades de pesquisa, à produção científica, técnica e artística, e ao corpo discente.

Os conceitos variam de **A** a **E**, em escala decrescente. O **A** indica os cursos consolidados e o **E**, os cursos que preenchem os requisitos mínimos para desenvolvimento de atividades de pós-graduação *stricto sensu*. A indicação **SA** (Sem Avaliação) marca os cursos que não enviaram dados ou enviaram dados considerados insuficientes.

Coordenação: *José Monserrat Filho*

H I S T O L O G I A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
USP	Ciências Biológicas (Histologia)	72	72	A	A-

H I S T Ó R I A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
PUC/RJ	História Social	87	-	A	-
PUC/RS	História	73	87	B+	B+
PUC/SP	História	72	90	A	A
UFBA	História	90	-	C	-
UFF	História	71	85	A	A
UFMG	História	90	-	B+	-
UNB	História	76	-	B+	-
UFPR	História	72	82	B	B
UNESP/ASS	História	80	-	B	-
UFRJ	História	80	92	A	CN
UNESP/FR	História da América Latina	80	-	C+	-
UFSC	História	75	-	B-	-
UFGO	História	72	-	C	-
UFPE	História	74	91	B+	CN
UFRGS	História	86	-	B	+
Unicamp	História	76	84	A	A
Unisinos	História	87	-	B	-
USP	História Social	71	71	A	A
USP	História Econômica	71	71	A	A

I M U N O L O G I A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFBA	Imunologia	90	-	B	-
UFU	Imunologia e Parasitologia Aplicadas	92	-	CN	-
UNB	Imunologia e Genética Aplicada	88	88	C	C
Unicamp	Biologia (Imunologia)	71	76	D	D
USP	Imunologia	73	73	A	A
USP/RP	Imunologia Básica e Aplicada	90	90	B+	CN

• **LEGENDA:** **M -** Mestrado; **D -** Doutorado; **CN -** Curso Novo; **CR -** Curso em Reestruturação; **SA -** Sem Avaliação. Os sinais "**+**" e "**-**" indicam tendência crescente ou decrescente em relação ao conceito atribuído. • **SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES:** **CBM** Conservatório Brasileiro de Música. **CBPF/CNPq** Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Cefet/MG** Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. **Cefet/PR** Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. **Cefet/RJ** Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. **Cesanta** Centro de Pós-Graduação Médica da Santa Casa de Misericórdia do RJ. **Efei** Escola Federal de Engenharia de Itajubá **EPM** Escola Paulista de Medicina (atual Universidade Federal de São Paulo, Unifesp). **Esal** Escola Superior de Agricultura de Lavras. **Esam** Escola Superior de Agricultura de Mossoró. **EST** Escola Superior de Teologia. **Faenquil** Faculdade de Engenharia Química de Lorena. **FCAP** Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. **FCMSCSP** Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. **Fesp/UPE** Fundação Universidade de Pernambuco. **FFFCMPA** Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre. **FGV/RJ**, **FGV/SP** Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro e São Paulo. **Fiocruz** Fundação Oswaldo Cruz. **FMCG** Faculdade de Música Carlos Gomes. **FMTM** Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro. **Fisg** Faculdades Integradas de São Gonçalo. **Fuam** Fundação Universidade do Amazonas. **FUC** Fundação Universitária de Cardiologia. **Fuel** Fundação Universidade Estadual de Londrina. **Fuem** Fundação Universidade Estadual de Maringá. **FUFPI** Fundação Universidade Federal do Piauí. **Funfarme** Fundação Faculdade Regional de Medicina.de São José do Rio Preto. **Furg** Fundação Universidade do Rio Grande. **Hosphel** Hospital Heliópolis. **HSFA** Hospital São Francisco de Assis. **Iamspe** Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual. **Ibepege** Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Gastroenterológica. **IFT** Instituto de Física Teórica. **IME** Instituto Militar de Engenharia. **Impa/CNPq** Instituto de Matemática Pura e Aplicada/CNPq. **IMS** Instituto Metodista de Ensino Superior. **Inpa/Fuam** Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. **Inpe/CNPq** Instituto de Pesquisas Espaciais/CNPq. **ITA** Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

L	E	T	R		A	S
Instituição	Curso		Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
			M	D	M	D
PUC/MG	Letras		88	-	A-	-
PUC/RJ	Letras		70	73	B	B
PUC/SP	Língua Portuguesa		74	-	C	-
UERJ	Letras (Literatura Brasileira)		88	93	B	CN
UFAL	Letras		89	-	C+	-
UFBA	Letras		76	-	B	-
UFC	Letras		89	-	D	-
UFF	Letras		71	-	B	-
UFGO	Letras		72	-	C	-
UFJF	Letras		89	-	C-	-
UFMG	Letras		73	85	A	A
UFPA	Letras(Lingüística Aplicada a Teoria Literária)		87	-	D	-
UFPB	Letras		75	91	B+	CN
UNESP/SJRP	Letras		79	86	B	B
USP	Literatura Brasileira		71	71	B+	B+
USP	Língua Hebraica, Literatura e Cultura Judaica		89	-	CN	-
UFRGS	Letras		73	91	B-	B-
USP	Língua e Literatura Italiana		75	-	B+	-
USP	Letras (Teoria Literária e Literatura Comparada)		71	71	A	A
USP	Letras (Língua e Literatura Alemã)		71	71	A	A
UFRJ	Letras Neolatinas		70	70	B+	B+
USP	Letras (Letras Clássicas)		71	71	C+	C+
USP	Letras (Literatura Portuguesa)		71	71	A	A
USP	Letras (Língua e Literatura Francesa)		71	71	B+	B+
UFSC	Letras (Literatura Brasileira e Teoria Literária)		71	-	A-	-
USP	Letras (Língua Inglesa, Literatura Inglesa e Norte-Americana)		71	71	C	C
UNESP/ASS	Letras		79	84	B+	B+
USP	Letras (Literatura Espanhola e Hispano-Americana)		77	84	A-	A-
UFPE	Letras		76	90	A-	B+
USP	Filologia e Língua Portuguesa		71	71	B+	B+
UFRJ	Letras (Letras Vernáculas)		70	70	A-	A-
UFPR	Letras (Língua Inglesa, Lit. e Lingüística da Língua Port.)		75	-	B+	-
UFRN	Estudos da Linguagem		93	-	CN	-
UFRJ	Letras (Ciências da Literatura)		70	71	A	A
UNB	Literatura (Teoria Literária e Literatura Brasileira)		75	-	B	-

Iuperj Instituto Universitário de Pesquisas do RJ. **ON/CNPq** Observatório Nacional/CNPq. **PUC/Camp, PUC/MG, PUC/RJ, PUC/RS, PUC/SP** Pontifícia Universidade Católica (de Campinas, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul, de São Paulo). **SBI** Sociedade Brasileira de Instrução. **UECE** Universidade Estadual do Ceará. **Uerj** Universidade Estadual do Rio de Janeiro. **Ufal** Universidade Federal de Alagoas. **UFBA** Universidade Federal da Bahia. **UFC** Universidade Federal do Ceará. **Ufes** Universidade Federal do Espírito Santo. **UFF** Universidade Federal Fluminense. **UFGO** Universidade Federal de Goiás. **UFJF** Universidade Federal de Juiz de Fora. **UFMA** Universidade Federal do Maranhão. **UFMG** Universidade Federal de Minas Gerais. **UFMS** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **UFMT** Universidade Federal de Mato Grosso. **Ufop** Universidade Federal de Ouro Preto. **UFPA** Universidade Federal do Pará. **UFPB** Universidade Federal da Paraíba. **UFPE** Universidade Federal de Pernambuco. **UFPEL** Universidade Federal de Pelotas. **UFPR** Universidade Federal do Paraná. **UFRGS** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **UFRJ** Universidade Federal do Rio de Janeiro. **UFRN** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **UFRPE** Universidade Federal Rural de Pernambuco. **UFRRJ** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **UFSC** Universidade Federal de Santa Catarina. **UFSCar** Universidade Federal de São Carlos. **UFSE** Universidade Federal de Sergipe. **UFSM** Universidade Federal de Santa Maria. **UFU** Universidade Federal de Uberlândia. **UFV** Universidade Federal de Viçosa. **UGF** Universidade Gama Filho. **Unaerp** Universidade da Associação de Ensino de Ribeirão Preto. **UnB** Universidade de Brasília. **Unesp** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. **Unicamp** Universidade Estadual de Campinas. **Unicentro** Fundação Universidade Estadual Centro-Oeste. **Unimar** Universidade de Marília. **Unimep** Universidade Metodista de Piracicaba. **UniRio** Universidade do Rio de Janeiro. **Unisinos** Universidade do Vale do Rio dos Sinos. **Unitau** Universidade de Taubaté. **USP** Universidade de São Paulo. **USP/Cena** Centro de Energia Nuclear na Agricultura. **USP/ESALQ** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **USP/FOB** Faculdade de Odontologia de Bauru. **USP/RP** USP/Ribeirão Preto. **USP/SC** São Carlos. **USU** Universidade Santa Úrsula.

UFSC	Letras (Língua Inglesa e Literatura Corresponde)	72	87	B	CN
UNESP/ARAR	Letras	80	-	B+	CN
Unicamp	Letras (Teoria Literária)	77	87	A-	A-
UFRJ	Letras (Letras Clássicas)	70	70	C+	C+
UFRJ	Interdisciplinar de Lingüística aplicada	70	-	C+	-
UFSM	Letras	88	-	C+	-

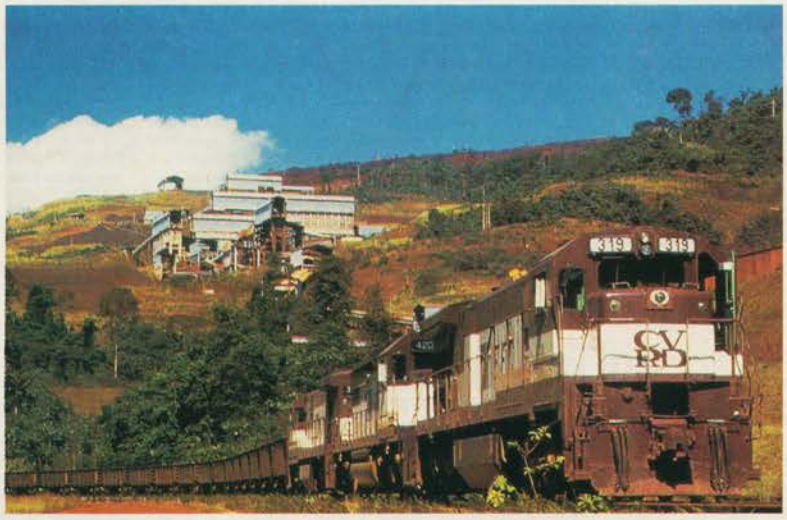
L I N G Ü Í S T I C A

Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	**D**	**M**	**D**
PUC/RS	Lingüística e Letras	70	78	A	A
PUC/SP	Lingüística Aplicada ao Ensino de Línguas	70	79	B+	B+
UFC	Lingüística e Ensino da Língua Portuguesa	93	-	CN	-
UFRJ	Letras (Lingüística e Filologia)	68	75	A	A
UFSC	Letras (Lingüística)	71	88	B-	B-
UNB	Lingüística	75	-	A-	-
UNESP/ARAR	Lingüística e Língua Portuguesa	77	77	A-	A-
Unicamp	Lingüística	71	79	A	A
Unicamp	Lingüística Aplicada	87	93	A-	CN
USP	Lingüística	71	71	A	A

M A T E M Á T I C A

Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	**D**	**M**	**D**
IMPA/CNPq	Matemática	62	62	A	A
PUC/RJ	Matemática	69	74	A	A-
PUC/SP	Matemática	75	-	CB	-
UFBA	Matemática	69	-	C-	-
UFC	Matemática	65	-	A-	-
UFF	Matemática	69	-	CR	-
UFGO	Matemática	73	-	D	-
UFMG	Matemática	71	-	B	-
UFPE	Matemática	67	84	A	A-
UFRGS	Matemática	78	-	A-	-
UFRJ	Matemática	70	72	A	B+
UFSC	Matemática	76	-	C+	-
UFSCAR	Matemática	87	-	A	-
UNB	Matemática	71	75	A	A-
UNESP/RC	Matemática (Fundamentos da Matemática)	84	-	E	-
UNESP/SJRP	Ciências Matemáticas	89	-	CN	-
Unicamp	Matemática	72	76	A	A
Unicamp	Matemática Aplicada	77	90	A	A-
USP	Matemática	70	70	A	B+
USP	Matemática Aplicada	70	70	A	B
USP/SC	Matemática	70	70	A	B+

Assine **CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS** *para seu filho.*
Amanhã ele vai lhe agradecer.



O trem das duas.

Por duas vezes consecutivas, a Estrada de Ferro Carajás ganha o título de Melhor Operadora Ferroviária Nacional. 1994 e 1995. Pelo segundo ano consecutivo, a EFC ganha o prêmio concedido pela Revista Ferroviária, a maior publicação nacional no gênero, que levou em conta os altos índices de eficiência e competitividade da ferrovia que mais cresceu no transporte de toneladas úteis no Brasil. Em 95, com trens de 204 vagões e 4 locomotivas - o mais pesado e o maior trem do mundo - a EFC transportou 48 milhões e 760 mil toneladas de minério de ferro e cargas de terceiros. Os trens de passageiros transportaram quase 850 mil pessoas com conforto e segurança por uma ferrovia totalmente sinalizada e controlada por microondas. Em dez anos de funcionamento, mais que uma simples ferrovia, a Estrada de Ferro Carajás tornou-se a espinha dorsal para o escoamento dos produtos do Corredor Norte, através dos portos da Baía de São Marcos, em São Luís, e, conjugada ao sistema fluvial Araguaia-Tocantins, representa um fator estratégico para o crescimento de toda a região. É a Vale, através da EFC, dando uma grande força para o desenvolvimento do país.

BRASIL
GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Companhia
Vale do Rio Doce

CIÊNCIA HOJE

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 (Departamento de Física do CCE/UFES), Ronald Cintra Shellard (Departamento de Física/PUC-RJ e CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRJ).

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/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Cilene Vieira.

Redação: Maria Ignez Duque Estrada, Ricardo Menandro, Cássio Leite Vieira e Cláudio Csillag (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzveig (internacional); Helena Londres (Technologia); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

Edição de Arte: Claudia Fleury (direção de arte), Carlos Henrique Viviane dos Santos (programação visual), Luiz Baltar (computação gráfica), Irani Fuentes de Araújo (secretária).

Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System): Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física – UFRJ/editor científico CH-BBS), Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica), Rodolfo Patrocínio dos Santos (expedição). Para acessar o BBS disque: (021) 295-6198 (24 horas).

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), Maria Elisa da Costa Santos (assistente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A.Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuza L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

Atendimento ao Assinante: Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 270-0548. Junia Pousa C. de Paiva, tel.: (021) 295-4846.

Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva. R. Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel: (021) 270-0548.

Colaboraram neste número: Pedro M. Persechini (Instituto de Biofísica/UFRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moysés Nussenzveig (Instituto de Física/UFRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento 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/UFPB), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado (coordenação científica), Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Souza Muniz (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) e Elza Pires – 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. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação), Itamar Cavalcante (jornalista), Ricardo Zorzetto (estagiário), Fernando E. Costa Pereira (auxiliar). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Buckup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande**: Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciência Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824 / 962-1330.

Assinatura para o exterior (11 números): US$ 100 (via aérea).

Assinatura para o Brasil (11 números): R$ 60,00.

Fotolito: Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **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 (UFRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Departamento Comercial: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, telefax: (011) 258-8963. Gerente Nacional de Comercialização: Ricardo Madeira. Contato de Publicidade/São Paulo: Marcos Martins. Supervisora de Operações Comerciais: Sandra Soares. Representantes/Rio de Janeiro: Yedda Marcanth, tel.: (021) 295-4846 e Paulo Prata, tel.: (021) 551-5224. Representante/Brasília: Deusa Ribeiro, tels.: (061) 577-3494 e (061) 989-3478, fax: (061) 273-4780. Representante/Nordeste: Rudger Ludemann, telefax: (071) 876-1079 e tel.: (071) 961-6024.

Programa de Apoio a Publicações Científicas SCT/PR CNPq FINEP

INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO

SBPC

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 religionais 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) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69908-970, C. Postal 491, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r.191/192 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winstom Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP 40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/Campus do Pici, C. Postal 12155, CEP 60020-040 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 281-6179 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB/IE, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061)348-2746/348-2188/273-4780 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 335-2477, fax: (027) 335-2337 (José Plínio Baptista); **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, C. Postal, 1331, CEP 86001-970 - Londrina, PR, tel.: (043)3261525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Campus Universitário Bacanga, Ed. Castelo Branco, térreo, Biologia, CEP 65020-900, São Luiz, MA, tel.: (098) 232-3350/232-3385/222-8682, fax: (098) 222-3186/221-5285 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077, fax: (031) 332-2534/371-2077, r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311, r. 233, fax: (067) 787-3093/787-1035 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB, R. Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 340, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - R. D. Magina Pontual, 260/204, Boa Viagem, Recife, PE, tel.: (081) 441-4577, r. 418, (Rosângela Paula T. Lessa); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1212, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Frota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPelotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Soares); **PR** - Departamento de Biologia Celular e Genética/UFPR, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tel.: (044) 262-2727, r. 342, fax: (044) 222-2654 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRN, C. Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 306, 231-9047, fax: (084) 231-9048/9749 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus Universitário, BR 364, km 9,5, tel.: (069) 216-8558, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, R. Eng. Luis Englert, s/nº, Campus Central, CEP 90140-040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Maria Suzana Arrosa Soares); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 20200, r. 24, fax: (0532) 302126 (Norton Mattos Gianuca); **Santa Maria** (seccional) - UFSM, R. Floriano Peixoto, 1750, sala 308, CEP 97015-372, Santa Maria, RS, tel.: (055) 222-3444, r. 231, 222-6699 (fax), (Eduardo Guilhermo Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacêuticas/CIF/CCS/Universidade Federal de Sta. Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Claúdia Maria Oliveira Simões); **SE** - UFSE, Campus Universitário, UFS, Jardim Rosa ELZE, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 241-2848, r. 335 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, C. Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-7559, Lab. 818-7583, (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Ciência Tecnologia Agroindustrial/ESALQ-USP, Av. Pádua Dias, 11, C. Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-4323, fax.: (0194) 22-3650 (Luis Gonzaga do Prado Filho); **SP** - (subárea II, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP , CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dértia Villalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Áureo Evangelista Santana).

O gato

A lebre

AS GEMAS DA BAHIA TÊM CERTIFICADO DE GARANTIA. SÓ NÃO USA QUEM NÃO QUER.

Agora, a Bahia conta com um moderno centro de estudos e pesquisa de gemas: é o Centro Gemológico da Bahia. Instalado em pleno Centro Histórico de Salvador e com um bem equipado laboratório, onde técnicos altamente qualificados pesquisam, identificam, avaliam e, principalmente, garantem a qualidade e legitimidade das gemas. Portanto, você não precisa correr o risco de comprar gato por lebre. Em caso de dúvida, use os serviços do Centro Gemológico da Bahia.

SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS - SGM

GOVERNO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA COMÉRCIO E MINERAÇÃO

SGM-3ª Avenida, 390-Plataforma IV-Ala Norte-1ºAndar-CAB-Salvador-Ba. CEP-41.746-900. Fone:(071)371-2080. Fax:(071)231-5655.
Centro Gemológico da Bahia-Ladeira do Carmo, 37, Pelourinho-Salvador-Ba. CEP-40.030-010. Fone:(071)326-1747.

COMPETÊNCIA PROFISSIONAL NASCE COM EDUCAÇÃO.

ART EXPRESS

Criatividade e participação total deixaram de ser atributos de gerência.
A globalização da economia, com maior controle de qualidade e aumento da competição, exigem um trabalhador responsável por decisões e pela repercussão de suas atividades.
O Programa de Educação para a Competitividade representa uma aliança inédita entre o setor produtivo e o sistema educacional de base.

FINEP

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Democratizando um ensino de qualidade.

BRASIL
UNIÃO DE TODOS