



CIÊNCIAHOJE



Bactérias ultra-resistentes

AÇAILÂNDIA

Cidade prestes a desabar

SUPERCORDAS

Nova explicação para o universo

Um diagnóstico para **RORAIMA**



intern@t



<http://www.cra.ba.gov.br>
o endereço do meio ambiente

Tudo sobre o desenvolvimento sustentável na Bahia.

Monitoração das licenças das empresas industriais, Cepram eletrônico (Conselho Estadual do Meio Ambiente), estudos e relatórios de impactos ambientais, áreas de proteção ambiental (APAs), Agenda 21 do Estado, nova Lei de Crimes Ambientais, legislação ambiental, serviços do CRA, qualidade das praias da Região Metropolitana de Salvador, pesquisas bibliográficas, banco de imagens, animais ameaçados de extinção, banco de dados da zona costeira, recortes de jornais com matérias ambientais, inventário de atividades econômicas, licenciamento ambiental, o CRA no SAC e escritórios do CRA no interior.



CIÊNCIAHOJE

TECHNOLOGIA

Mais qualidade para a

BORRACHA

da **AMAZÔNIA**



**Nova fibra
supera o aço**

UM SUBSTITUTO PARA O AÇO

Petrobras usa novo material nas plataformas, refinarias e postos de gasolina

Plataformas de petróleo, pontes, passarelas, tanques de postos de gasolina. Um material desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Leopoldo Miguez de Mello da Petrobras (Cenpes) pode se tornar matéria-prima básica para estas e outras estruturas. O compósito, como foi batizado pelos pesquisadores, é formado de fibra de vidro, polímeros, resina e cargas inorgânicas (em geral à base de sílica). Seu desenvolvimento foi iniciado há nove anos, em parceria com universidades e a iniciativa privada. O objetivo do Cenpes é que ele substitua, gradativamente, o aço em inúmeras instalações.

Hoje, o compósito é usado principalmente nos pisos das plataformas da Bacia de Campos. A implantação foi realizada na plataforma de Pambo, na qual 20% das grades de piso em aço já foram substituídos, o que tem representado uma economia anual de R\$ 600 mil. "Por ser mais durável sem sofrer corrosão, o piso de plástico precisa de manutenção mínima. O de aço chega a ser trocado a cada seis meses, dependendo do local", comenta um dos engenheiros envolvidos no projeto, José Cid, do setor de polímeros da divisão de produtos do Cenpes.



Tubo de compósito constituído de fibras de vidro, polímeros, resina e cargas inorgânicas

Inicialmente, a meta do Cenpes era construir plataformas mais leves e menores, usando o compósito. "Mas durante o projeto percebemos que utilizar o material em estruturas dentro de uma plataforma convencional representaria economia na manutenção e mais segurança", comenta Cid.

Até a saúde ocupacional dos funcionários pode ser protegida com a utilização do compósito. "Ao contrário do piso de aço, o baseado em plástico reforçado com fibras de vidro permite a aplicação de antiderrapante, de areia e resina, o que evita muitos escorregões e outros acidentes de trabalho", explica Cid. Abolir o uso freqüente de tinta, solvente e jatos de areia – para combater a corrosão – é outra vantagem do composto. "O ambiente torna-se mais saudável para o trabalhador", completa o engenheiro. Esse tipo de plástico é também 10 vezes mais resistente a impactos do que o aço.

Apesar dos inúmeros pontos a favor, o compósito ainda é restrito às áreas da plataforma onde o risco de incêndio é menor. "O material é resistente a altas temperaturas e não propaga fogo, mas, mesmo assim, ainda tem seu uso limitado.



O novo material é usado principalmente nas grades de piso das plataformas da Bacia de Campos



FOTOS JOSÉ CIDSETOR DE POLÍMEROS/DIVISÃO DE PRODUTOS/CENPES

Estamos estudando novos tipos de compósito ainda mais resistentes, baseados na resina fenólica", conta Cid.

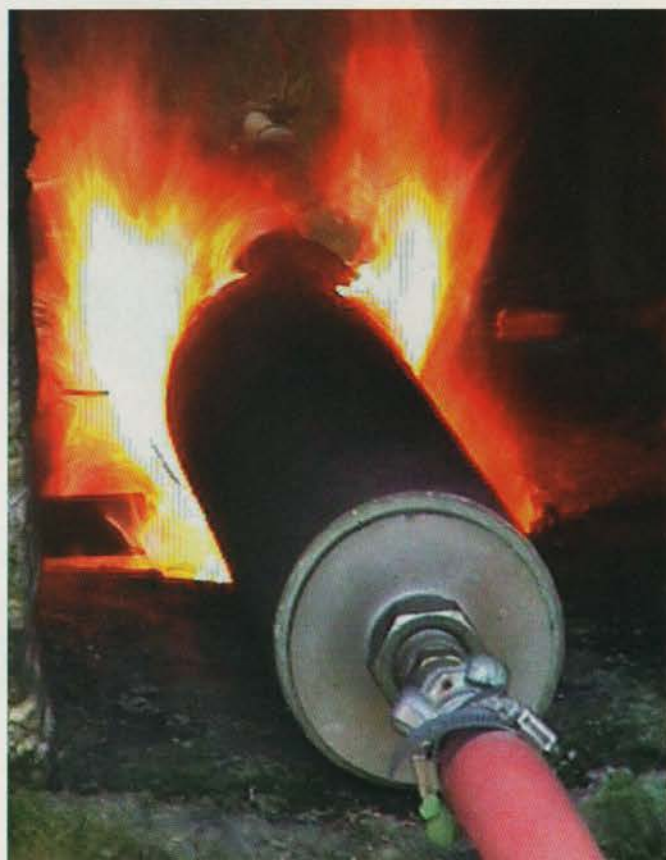
Além dos pisos, o compósito já está sendo usado em corrimãos, calhas para passagem de instalações elétricas, tubos de esgoto e água potável, tubulações em geral e guarda-corpos (barra de proteção na borda de navios) das plataformas. Em pouco tempo, o material será aproveitado em outras estruturas, como escadas e passarelas. "No futuro, 100% de uma plataforma pequena e automatizada poderá ser construída com plástico reforçado com fibras de vidro", prevê o engenheiro. "Isso só não é realidade hoje porque ainda falta uma adequação às normas internacionais pelo órgão responsável pela normalização dos projetos de embarcações, a *Internacional Maritime Organization*", completa.

MUITO ALÉM DAS PLATAFORMAS

O compósito também será usado a médio prazo em postos de gasolina. Seguindo uma tendência mundial, a Petrobras – através da distribuidora BR – pretende usar o material nas tubulações e nos tanques de combustível situados no subsolo dos postos. As normas necessárias estão sendo elaboradas em conjunto com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e outras distribuidoras.

"Existem inúmeras vantagens, como o fim dos problemas com corrosão e diminuição dos riscos de danos ao meio ambiente, já que o compósito é mais durável que o aço, não se corrói, reduzindo o perigo de vazamentos e outros acidentes", avalia Cid. Na Califórnia, todos os postos têm tanques de plástico, com parede dupla, para aumentar a segurança.

Outro plano é aproveitar o material para construir oleodutos em áreas de preservação ambiental ou de difícil acesso. "O



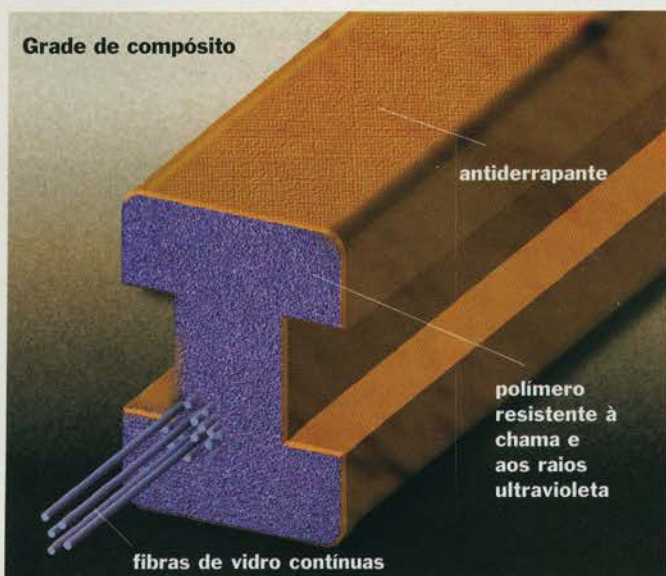
O plástico reforçado com fibras de vidro teve sua resistência ao fogo exaustivamente testada

material é mais leve que o aço e, portanto, pode ser transportado e instalado com maior facilidade, evitando a abertura de grandes clareiras em florestas ou drenagem de rios, por exemplo", diz o engenheiro.

Na construção civil, o plástico reforçado também é matéria-prima para pontes e passarelas de pedestres e carros. "O compósito proporciona maior flexibilidade do piso, o que permite mais conforto para quem está caminhando. Ouvi de um funcionário de uma plataforma que andar sobre o piso fabricado com compósito era como passar sobre um tapete macio", relembra Cid.

Atualmente, materiais similares ao compósito utilizado pela Petrobras estão sendo usados por diversas empresas em todo o mundo, como a Shell, Phillips e Amoco. O interesse mundial pelo assunto estimulou a Petrobras a promover em outubro o primeiro *workshop* sobre o uso de compósitos na indústria de petróleo da América Latina. Diversos pesquisadores brasileiros e estrangeiros já confirmaram presença.

Valquíria Daher
Ciência Hoje/RJ



BORRACHA MELHOR PARA OS SERINGUEIROS

Pesquisadores da Universidade de Brasília (UnB) estão desenvolvendo uma nova tecnologia que melhora as condições da produção familiar de borracha na Amazônia. Ela é baseada na mistura de um ácido ao látex (seiva) extraído da seringueira (*Hevea brasiliensis*). Esse ácido atua ao mesmo tempo como coagulante e defumador do látex e permite assim que se

ganhe uma etapa na produção independente de borracha, tornando-a mais rápida e rentável.

No método tradicional de produção, os seringueiros extraem o látex das árvores e o deixam coagular. Isso é feito para separar os 30% de borracha natural presentes no látex de seus outros componentes (água, proteínas e outros resíduos). A matéria bruta sólida

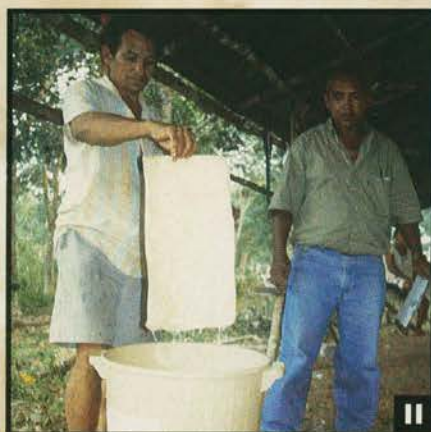
obtida é então transformada em placas que precisam ser defumadas, ou seja, expostas à fumaça em um galpão, por um período de quatro a seis dias.

Com a nova tecnologia, basta que os seringueiros adicionem o ácido ao látex, reunindo em uma só etapa coagulação e defumação. Em seguida, calandras (rolos compressores) achatam a massa

de borracha, formando finas placas cuja secagem é feita à temperatura ambiente. O látex processado pelo novo método pode ser transformado e comercializado em até quatro dias após sua extração.

A substância empregada pelos pesquisadores é o ácido pirolenhoso, um subproduto da fabricação de carvão, composto de uma mistura de ácido acético com ácido fórmico.

FOTOS UNB



História da borracha

A borracha, uma das mais importantes matérias-primas industriais hoje, já era conhecida pelos índios da América equatorial antes da chegada dos europeus. Relatos da época afirmam que eles fabricavam sapatos "à prova d'água" a partir do látex extraído das seringueiras.

O explorador francês Charles Marie de La Condamine levou para a Europa em meados do século 18 amostras da borracha endurecida, e no início do século 19 começaram a aparecer as primeiras técnicas para seu processamento.

O inventor norte-americano Charles Goodyear descobriu em 1839 que, misturada a um composto à base de enxofre, a borracha se tornava mais firme e resistente. Essa técnica, chamada vulcanização, deu grande impulso à indústria da borracha. Nessa época, o Brasil passou a produzi-la em larga escala pela grande procura no mercado internacional. Após o aumento vertiginoso de sua produção, a borracha respondia em 1912 por 40% do total das exportações brasileiras.

Fala-se de um ciclo da borracha no Brasil,

que teria durado de 1827 a 1912, responsável pela expansão demográfica na Amazônia, especialmente nas cidades de Belém e Manaus. A concorrência da borracha mais barata produzida nos países equatoriais do Extremo Oriente provocou o fim desse ciclo. Curiosamente, as plantações orientais se originaram de mudas de seringueiras brasileiras transportadas pelos ingleses.

O avanço da indústria automobilística e as duas guerras mundiais levaram ao desenvolvimento de diversas técnicas de produção de borracha sintética na primeira metade do século 20.

Desde então, a borracha sintética vem tomando o espaço da natural nas indústrias, por ter menor custo de produção. No entanto, Floriano Pastore Jr., do Lateq/UnB, lembra que "a borracha natural é insubstituível em produtos como pneus de caminhões ou *boeings*, por ser mais resistente". Ele afirma que hoje assiste-se a um processo inverso, ou seja, de substituição da borracha sintética pela natural, pois o preço da produção oriental tem caído muito.

co e alcatrões solúveis em água. Ele está sendo produzido no Laboratório de Tecnologia Química (Lateq) da UnB.

O projeto vem sendo desenvolvido em parceria com o Ibama, que promove a dis-

tribuição do ácido pirolenhoso entre as famílias de seringueiros e a comercialização da borracha produzida. O programa já foi implantado em seis comunidades de quatro estados da Amazônia: Acre,

Rondônia, Amazonas e Pará. Sessenta famílias de seringueiros foram treinadas para o uso da nova tecnologia.

Floriano Pastore Jr., coordenador da pesquisa no Lateq, afirma que "a produção de

borracha com essa técnica ainda está em fase experimental". Segundo ele, o programa, que começou a ser desenvolvido em outubro de 1997, logo deve ser ampliado e ter maior alcance. Além do



- I. O látex é coagulado com ácido pirolenhoso em bandejas de plástico
- II. O coagulante usado é atóxico, permitindo o livre manuseio pelo seringueiro
- III. Durante a preparação, a lâmina de borracha é afinada entre cilindros metálicos
- IV. A lâmina passa por um banho conservante
- V. A lâmina está pronta para a secagem ao ar



Seringueiro e seu filho durante o processo de laminação da borracha



A borracha seca já constitui a matéria-prima para a indústria



Seringueiro e seu filho mostrando o produto pronto

A química da borracha

A borracha é um polímero, isto é, uma molécula gigante formada pelo encadeamento de várias pequenas moléculas iguais. O monômero da borracha, o 'motivo' que se repete milhares de vezes, é o isopreno, cuja fórmula bruta é C_5H_8 .

O fato de a borracha ser um polímero explica sua elasticidade, talvez, sua característica mais importante do ponto de vista industrial.

Quando um pedaço de borracha está em 'repouso', as moléculas do polímero permanecem dobradas sobre si mesmas. Quando ela é esticada, essas moléculas se distendem, voltando ao seu estado original se o seu alongamento for interrompido.

Com o processo de vulcanização (ver 'História da borracha'), átomos de enxofre são inseridos na molécula da borracha. Esses átomos agem sobre a cadeia principal da borracha de modo a limitar sua elasticidade. Isso faz com que ela se torne menos quebradiça e mais sólida e resistente.

Ibama, através de sua Diretoria de Recursos Naturais e do seu Departamento de Comunicação, financiam o programa o CNPq e a *International Tropical Timber Organization*.

Pastore afirma que, além da rapidez e rentabilidade da produção, a grande vantagem da nova tecnologia é a obtenção de uma borracha de mais qualidade. "Com o ácido pirolenhoso, o seringueiro consegue um produto melhor, atóxico e sem o mau cheiro característico da borracha de produção independente", argumenta.

Ele ressalta ainda que o produto dos seringueiros já pode ser usado como matéria-prima para a indústria de borracha, evitando recorrer a intermediários. Na produção in-

dependente tradicional, as placas obtidas ainda precisam ser tratadas antes de se tornar matéria-prima.

Outros fatores de rentabilidade da nova tecnologia são um menor consumo de energia e um bom rendimento. "Um litro de ácido permite produzir pelo menos 10 kg de borracha seca", avalia Pastore.

Ele aponta ainda outra vantagem do programa: a conservação da biodiversidade amazônica. "Se o seringueiro usa a árvore como fonte de renda, ele acaba por atuar como um guardião da floresta, ou seja, não desmata, não caça, não pesca e também não migra para as grandes cidades."

Bernardo Esteves
Especial para *Ciência Hoje/MG*

UFV GANHA CENTRO DE GEOMÁTICA

A Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG) inaugurou o primeiro Centro de Excelência em Geomática do país, criado para dar suporte à elaboração dos planos diretores das bacias hidrográficas dos rios Paranaíba e Leste. Seu moderno laboratório, capacitado para realizar medições de precisão e elaborar sistemas de informações espaciais, está funcionando na Central de Processamento de Dados da universidade.

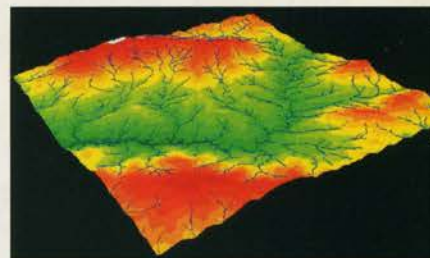
O laboratório dispõe de recursos como mapeamento computadorizado e análise multivariada espacial, o que permite, por exemplo, abordagens interdisciplinares para o estudo de bacias hidrográficas, desde inventário (vazão, condições das margens, erosão e uso do solo, estudo de fauna) até legislação, aspectos socioeconômicos e cadastro de usuários de água.

Mas, segundo o coordenador do Centro, Carlos Antônio Álvares Ribeiro, do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, as possibilidades de atuação do laboratório são ilimitadas. As informações nele obtidas poderão subsidiar desde assentamentos agrícolas, controle e prevenção de incêndios florestais, delimitação de áreas de proteção ambiental, até projetos de telefonia celular e construção de represas.

Os recursos para a implantação do laboratório – cerca de US\$ 250 mil – foram obtidos na Rede de Cooperação pelas Águas (Uníguas), uma iniciativa da Secretaria de Recursos

Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

Com o apoio da empresa norte-americana Silicon Graphics, em breve o Centro de Excelência em Geomática deverá instalar equipamentos de videografia multiespectral, que podem ser instalados em aeronaves convencionais. Para Carlos Ribeiro, isso ampliará consideravelmente o âmbito de atuação do Centro.



Visualização do relevo utilizando-se técnicas de sombreamento

PRÊMIO PARA TECNOLOGIA DE DUTOS

Com o objetivo de ampliar a malha de dutos brasileira dos atuais 12 mil km para 21 mil km no ano 2000, foi lançado o Prêmio Petrobras de Tecnologia de Dutos. A meta é incentivar estudantes de todas as universidades brasileiras a desenvolverem trabalhos sobre dutos. O concurso está dividido em duas categorias – graduação e mestrado – e a premiação prevê bolsas de estudos e valores em dinheiro. As inscrições estão abertas até o dia 15 de dezembro e devem ser encaminhadas à assessoria de comunicação do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), no Rio de Janeiro.

INFORMÁTICA • INFORMÁTICA • INFORMÁTICA

NARIZ ELETRÔNICO

Os computadores "falam", fazem contas, jogam, pilotam aviões, desenham, traduzem, entre outras inúmeras funções. Agora, essas máquinas ganharam mais um sentido: o olfato. Nos Estados Unidos, por exemplo, algumas indústrias usam computadores que cheiram para fazer controle de qualidade de alimentos e bebidas. O Brasil também já está dando seus primeiros passos nesta tecnologia. O Departamento de Física, Química e Informática da Universidade Federal de Pernambuco está trabalhando no Projeto Aroma e pretende lançar um protótipo de nariz eletrônico ainda este ano.

O equipamento é um sistema equivalente ao do olfato humano. O papel do cérebro é representado por um *software* que é conectado a sensores feitos de polímeros (plástico que conduz eletricidade), que desempenham as funções do nariz.

Os pesquisadores Francisco dos Santos e Edson Souza explicam que a reação química (na absorção ou desabsorção) das moléculas odorantes na superfície modificam a condutividade do polímero – cada mudança identifica determinada molécula. A partir daí, o computador interpreta essas variações e reconhece as substâncias em contato com os sensores.

Nos testes preliminares foram utilizados três sensores e foi analisado o comportamento na identificação dos solventes orgânicos metanol, etanol e tetracloreto de carbono. Segundo os pesquisadores, foi obtido um índice de diferenciação de 90%. A próxima etapa da

pesquisa é usar o nariz eletrônico – dessa vez com oito sensores – na análise de alimentos e bebidas, o que, no futuro, permitirá o uso da tecnologia pela indústria nacional.

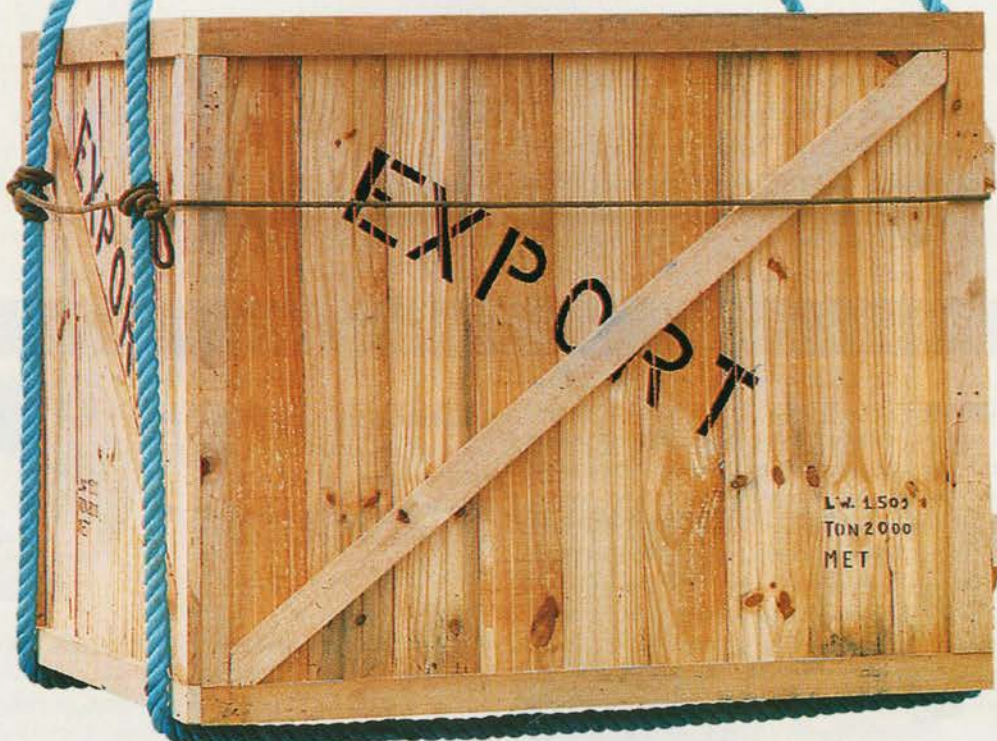


PROGRAMA IDENTIFICA PATOLOGIAS DA LARINGE

Um *software* brasileiro, sem similares no exterior, é capaz de realizar o pré-diagnóstico de 21 patologias da laringe, desde um simples nódulo até um carcinoma. O programa de computador foi desenvolvido pelo Laboratório de Instrumentação e Microeletrônica da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo e utiliza apenas sinais de voz para identificar as doenças. Depois de quatro anos de pesquisas, o *Pat-lar* já tem uma margem de acertos de 80%.

O sistema capta os sinais de voz através de uma placa de aquisição de som (*Soundblaster*) e os processa em uma rede neural. A seguir, o programa verifica se existe algum problema e faz o diagnóstico. "Quando uma pessoa fala e existe algum problema, o programa capta as informações através de parâmetros acústicos, como amplitude e frequência, por exemplo", explica o coordenador da pesquisa, José Carlos Pereira. Para realizar os exames é necessário um computador PC, uma placa de aquisição de som, um microfone e o *software Pat-lar*.

COM A AJUDA DO SEBRAE, O PEQUENO EMPRESÁRIO BRASILEIRO DESCOBRIU QUE O MUNDO TAMBÉM É PEQUENO.



Com a contribuição do SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, hoje, o pequeno empresário brasileiro vende seus produtos em lugares que pareciam muito distantes.

O SEBRAE não mede esforços para colocar a pequena empresa no mercado internacional.

Um bom exemplo é a Feira de Hannover. O SEBRAE assessorou um grupo de cerca de 500 pequenos empresários brasileiros desde a sua ida para a Alemanha até a sua permanência na Feira,

onde colocou à disposição diversos serviços: salas de reunião, microcomputadores conectados à Internet, tradutores, técnicos e consultores especializados, e muito mais.

A participação do SEBRAE em eventos, como a Feira de Hannover, tem um objetivo muito simples: aumentar o número de produtos brasileiros exportados e, por consequência, aumentar a renda e a oferta de emprego em nosso país.



SUPERBACTÉRIAS

UMA GUERRA QUASE PERDIDA

Já em 1971 o microbiologista japonês Tsutomu Watanabe avisava:

“Não existe antimicrobiano para o qual a bactéria não tenha desenvolvido resistência.”

O panorama não mudou desde então. A descoberta da penicilina em 1928 e, mais tarde, de outros antibióticos, fez a humanidade acreditar que tinha armas definitivas para vencer a ‘guerra’ contra esses poderosos micróbios causadores de doenças. Mas as bactérias têm reagido de modo surpreendente. Para cada nova droga que o homem desenvolve, a bactéria-alvo responde rapidamente criando um artifício de defesa e uma estratégia de luta. Os cientistas só vêem uma saída para vencer o inimigo: conhecer a fundo as origens e os mecanismos envolvidos nessa resistência (p. 24).

Responder às perguntas sobre a estrutura da matéria que forma o universo e as quatro forças da natureza também está entre os desafios atuais da ciência. O sonho dos físicos é chegar a uma teoria final que esclareça essas questões a partir da unificação das duas teorias que revolucionaram o século 20: a mecânica quântica e a teoria da relatividade geral. Na página 46, *CH* apresenta um dos mais fortes candidatos para atingir essa meta: a teoria de supercordas.

No Maranhão, os olhos se voltam para uma cidade prestes a desabar.

Açailândia, município nascido nos anos 60, cresceu rápida e desordenadamente, teve florestas derrubadas, expandiu sua indústria de forma acelerada e hoje enfrenta graves problemas de erosão. Desmoronamentos e imensos buracos abrem-se na terra, avançam contra ruas e casas e ameaçam boa parte do espaço urbano.

CH mostra na página 36 que as tentativas de controle feitas pela prefeitura não estão surtindo efeito, sendo necessária uma nova abordagem de ataque ao problema.

A Redação

O PROJETO CIÊNCIA HOJE é responsável pelas publicações de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Compreende: revistas Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças, CH on line (internet), Ciência Hoje na Escola (volumes temáticos) e Ciência Hoje das Crianças Multimídia (CD-ROM). O Projeto mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 5° A, 1193, Buenos Aires/Argentina, tels.: (00541)961-1824/962-1330 e *La Recherche* (Paris/França); e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Conselho Diretor: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq); Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ); Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ); Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ); Fernando Szkló. **Secretária:** Maria Elisa da C. Santos. **Diretor Executivo:** Fernando Szkló. **Editores Científicos:** Ciências Humanas – Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ); Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ); Ciências Exatas – Ronald Cintra Shellard (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e PUC-RJ); Ciências Biológicas – Vivian Rumjanek (Instituto de Biofísica/UFRJ).

CIÊNCIA HOJE SBPC

REDAÇÃO: Editora Executiva: Alicia Ivanishevich; Secretária de Redação: Valquíria Daher; Editor de Texto: Ricardo Menandro; Setor Internacional: Micheline Nussenzeig. **Secretária:** Theresa Coelho. **Colaboram neste número:** Cássio Leite Vieira (edição de texto), Bernardo Esteves, Bianca da Encarnação, Daniele Nogueira, Fernando Paiva, Jesus de Paula Assis, Jorge Luiz Calife e Luisa Massarani (reportagem); Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa (revisão).

ARTE: Diretora de Arte: Claudia Fleury, Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda. (Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira – Programação Visual; Luiz Baltar – Infográficos). **Secretária:** Irani F. de Araújo.

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE: Coordenador Científico: Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG); Correspondente: Roberto Barros de Carvalho. **Endereço:** Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG – Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG. **Telefone:** (031)443-5346. (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br) **SÃO PAULO:** Correspondente: Vera Rita Costa. **Endereço:** Prédio da Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, sl. 232, Cidade Universitária, CEP. 05508-900, São Paulo, SP. **Tel.:** (011)814-6656 e **Telefax:** (011)814-4192.

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA: Coordenadora Científica: Maria Lúcia Maciel (UnB). **Endereço:** Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário/UnB, Caixa postal 0423, CEP 70910-900, Brasília, DF. **Telefax:** (061)273-4780. **SALVADOR:** Coordenador Científico: Caio Mário Castro de Castilho (UFBA). **Endereço:** Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. **Tel.:** (071)247-2033. **Fax:** (071)235-5592. (E-mail: sbpc@ufba.br) **Projeto Nordeste:** Rudiger Ludemann. **Tel.:** (071)961-6024. **Telefax:** (071)379-5445 (E-mail: rudiger@ibm.net). **Estagiária:** Marta Cury Maia.

PUBLICIDADE

Diretor Comercial: Ricardo Madeira (E-mail: rmadeira@dialdata.com.br); **Supervisor de Operações:** Sandra Soares; **Contato Comercial:** Marcos Martins (E-mail: marconi2@dialdata.com.br). **Endereço:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. **Telefax:** (011)258-8963. **Representantes Comerciais:** Brasília – Deusa Ribeiro. **Tel.:** (061)577-3494/989-3478. **Fax:** (061) 273-4780. **Projeto Nordeste:** Rudiger Ludemann. (E-mail: rudiger@ibm.net) – **Telefax:** (071)379-5445.

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira: Lindalva Gurfield; **Produtora:** Maria Elisa da C. Santos; **Pessoal de Apoio:** Luiz Tito de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Tito, Marly Onorato, Neusa Soares e Flávia de Souza.

ASSINATURAS

Gerente de Circulação: Adalgisa Bahri; **Assistente:** Maria Lúcia Pereira; **Pessoal de Apoio:** Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Márcio de Souza, Delson Freitas, Eliomar Santana, Sérgio Pessoa e Márcia Silva.

ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS

Tel.: 0800 264846
CH on-line: <http://www.ciencia.org.br>

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

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

CIÊNCIA HOJE: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27 – CEP 22290-140 – Rio de Janeiro-RJ – **Tel.:** (021)295-4846. **Fax.:** (021)541-5342. **Redação (E-mail:** redch@novell.cat.cbpf.br)

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

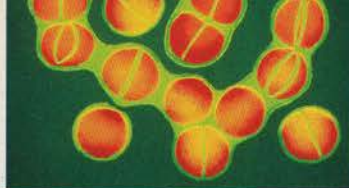
Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT CNPq FINEP

IVZ
INSTITUTO VENCENSLAU DE ZOOLOGIA

ESTA EDIÇÃO CONTOU
COM A PARCERIA DO

SEBRAE



MICROBIOLOGIA

Bactérias ultra-resistentes:

uma guerra quase perdida

26

O aumento da resistência bacteriana aos antibióticos, confirmada na prática médica e em laboratório, assusta os cientistas. Algumas bactérias voltaram a ser uma ameaça séria, já que desenvolvem resistência mais rápido do que a produção de novas drogas.

Por Edmar Chartone de Souza

GEOLOGIA

Açailândia: cidade ameaçada pela erosão

36

A cidade maranhense de Açailândia vive uma situação dramática: o desmatamento, o solo frágil e a ocupação desordenada da terra facilitaram o surgimento de imensas voçorocas dentro da área urbana, que avançam rapidamente, destruindo ruas e casas.

Por Antônio J. Teixeira Guerra, Maria Célia Nunes Coelho e Mônica dos Santos Marçal



FÍSICA

Supercordas: em busca da teoria final

46

Unificar a teoria da relatividade geral e a mecânica quântica, conciliando as quatro forças básicas da natureza, é hoje um dos grandes desafios da física. Essa explicação completa pode estar perto: a teoria das supercordas é uma forte candidata.

Por Victor O. Rivelles





O LEITOR PERGUNTA

Os portugueses tinham noção do tamanho do território brasileiro quando chegaram aqui em 1500?	6
Se existir, como vai funcionar um computador quântico?	6
Por que se pode comprar aves exóticas como animais de estimação, mas não aves brasileiras?	7



ENTREVISTA

Marcelo Cini: o paraíso perdido	8
---------------------------------	---

UM MUNDO DE CIÊNCIA

Uma prova do perigo dos prions	12
--------------------------------	----

TOME CIÊNCIA

Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem	56
--	----

HUMOR

59

RESENHA

Quem são os impostores intelectuais?	60
--------------------------------------	----

OPINIÃO

Por quem arde a Amazônia?	64
---------------------------	----

CIÊNCIA EM DIA

História do café recuperada	65
Teste parasitológico mais eficaz	68
Inventário para abelhas nativas	69



EM FOCO

71

FICÇÃO

Asteróides causam impacto nos cinemas	72
---------------------------------------	----

CARTAS

74

ÍNDICE DO VOLUME 23

75



CAPA

Salmonella enteritidis
Foto: Science Photo Library/Stock Fotos

TECNOLOGIA



Um substituto para o aço	2
Borracha melhor para os seringueiros	4

PESQUISA GERA
CONHECIMENTO

QUE GERA
TECNOLOGIA

QUE GERA
PRODUTIVIDADE

QUE GERA
DESENVOLVIMENTO

QUE GERA
QUALIDADE

DE VIDA.

A FAPEMIG GERA PESQUISA.

O governo de Minas, através da FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - criada em 1986, tem contribuído

fomentar e apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico em Minas, a FAPEMIG vem orientando seus esforços para as áreas de Ciências Agrárias,

que Minas Gerais vem ganhando de forma crescente no cenário nacional. Nesta área, Minas mantém a liderança nacional na produção de café e franca expansão da fruticultura no norte, Triângulo e sul do Estado. Responde com 30% da produção leiteira do País, possuindo o maior plantel de gado, da ordem de 21 milhões de cabeças. Detém a maior área florestal plantada do País e pouco mais de 10% da produção nacional de grãos.

substantialmente para o aprimoramento do sistema socioeconômico de Minas, com a aplicação efetiva dos resultados das pesquisas e a formação de recursos humanos de alta qualificação nos diversos campos do conhecimento e áreas tecnológicas. Cumprindo com rigor seu objetivo institucional de

Pecuária, Ciências Exatas, Biológicas, Saúde, Humanas, Sociais, Artes e Tecnologia em seu amplo espectro. No setor agropecuário, por exemplo, onde atualmente concentra a maior aplicação de seus recursos, a FAPEMIG já contemplou 699 Projetos de Pesquisa, contribuindo para a posição de destaque

Só em Projetos de Pesquisa a FAPEMIG aplicou R\$ 76.387.187,00, dos quais R\$ 37.923.673,00 (49,6%) no último triênio. Minas tem consciência de que todos os esforços realizados em prol da pesquisa científica e tecnológica resultam em desenvolvimento socioeconômico e mais qualidade de vida para seu povo.

APLICAÇÃO DE RECURSOS EM PROJETOS DE PESQUISA - PERÍODO: 1986 A 1997

Câmaras*	Nº de Projetos	%	Valor em US\$	%
CAG	699	26,94%	19.341.137	25,32%
CAM	8	0,31%	509.906	0,67%
CBS	720	27,75%	15.031.725	19,68%
CEX	396	15,26%	14.174.876	18,56%
SHA	328	12,64%	5.997.651	7,85%
TEC	444	17,11%	21.331.892	27,93%
Totais	2.595	100,00%	76.387.187	100,00%

APLICAÇÃO DE RECURSOS EM PROJETOS DE PESQUISA - TRIÊNIO: 1995 A 1997

Câmaras*	Nº de Projetos	%	Valor em US\$	%
CAG	456	27,57%	9.589.625	25,29%
CAM	8	0,48%	529.350	1,40%
CBS	444	26,85%	8.911.010	23,50%
CEX	268	16,20%	8.594.640	22,66%
SHA	196	11,85%	2.810.640	7,41%
TEC	282	17,05%	7.488.409	19,75%
Totais	1.654	100,00%	37.923.674	100,00%

*CAG - Ciências Agrárias

*CAM - Projetos Multidisciplinares/Institucionais

*CBS - Ciências Biológicas e da Saúde

*CEX - Ciências Exatas e da Terra

*SHA - Ciências Sociais, Humanas e Artes

*TEC - Tecnologia

FAPEMIG

**CIÊNCIA
E TECNOLOGIA**



OS PORTUGUESES TINHAM NOÇÃO DO TAMANHO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO QUANDO CHEGARAM AQUI EM 1500?

Aracy Merchak, Rio de Janeiro/RJ



São tantas e tão complexas as questões que envolvem o 'achamento' do Brasil pelos portugueses, que, mesmo havendo sido gastos rios de tinta e florestas de papel em sua discussão, não há praticamente um só ponto pacífico em sua reconstituição e análise históricas. Dos documentos remanescentes, o mais importante, sem dúvida, é a carta de Pero Vaz de Caminha a Dom Manuel, relato minucioso que narra os primeiros contatos dos portugueses com os índios tupiniquins, à medida que estes vão se desenrolando, com grande poder de observação e notável capacidade literária, atestando assim o talento do autor para enfeixar em

um texto relativamente sintético grande número de informações precisas. A carta termina com o fecho "Deste Porto Seguro, de vossa *ilha* da Vera Cruz, hoje sexta-feira, primeiro dia de Maio de 1500. Pero Vaz de Caminha". (O grifo é do autor.)

Outro membro da armada cabralina, conhecido como Mestre João, médico da corte, que também escreveu ao rei, também faz alusão à natureza das terras encontradas: "Ontem quase entendemos por acenos que esta era ilha, e que eram quatro, e que doutra ilha vêm aqui almadias a pelejar com eles e os levam cativos". Almadias eram embarcações rústicas, estreitas e compridas, usadas na África e na Ásia.

Tudo isso leva a crer que, no primeiro momento em que aqui estiveram, os portugueses pensaram ter chegado a uma ilha, em contraposição à 'terra firme', como eram então chamados os continentes. Essa primeira impressão, porém, logo se dissipou, já que as expedições mandadas pela coroa para explorar a costa brasileira, a partir da de Gonçalo Coelho, em 1501, deram aos portugueses a real dimensão da terra por eles descoberta.

**LEONARDO JOSÉ
MAGALHÃES GOMES**

Historiador licenciado
pela Universidade Federal
de Minas Gerais

SE EXISTIR, COMO VAI FUNCIONAR UM COMPUTADOR QUÂNTICO?

Anderson da Costa, São Paulo/SP

O principal elemento de um computador quântico seria o *bit* quântico, *qubit* (do inglês *quantum bit*). Num computador normal, a informação é armazenada e tratada sob forma digital, ou binária, através de elementos que só podem assumir os valores 0 ou 1: os *bits*. O computador quântico também utilizaria *bits* mas, além da possibilidade de se ter

0 ou 1, poderíamos ter 0 e 1. Isso significa que um determinado *qubit* poderia estar numa superposição (uma espécie de soma) de 0 e 1. Parece estranho? É natural: é estranho! A teoria que conhecemos que melhor descreve a natureza é estranha!

Para nos aproximarmos um pouco mais da experiência cotidiana, podemos exemplificar essa idéia usando a polarização da luz. Sabemos que determinados materiais, como o polaróide (usado nos óculos escuros), permitem a passagem de luz polarizada segundo uma direção e são opacos para luz polarizada na direção perpendicular a essa. Mas, a luz que incide no polaróide pode estar polarizada em qualquer direção. Para sabermos a intensidade da luz que atravessa o polaróide, devemos decompor a luz inicial em uma superposição de polarizações ao longo das duas direções definidas pelo polaróide. Isso introduz a idéia de um sistema que tenha

POR QUE SE PODE COMPRAR AVES EXÓTICAS COMO ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, MAS NÃO AVES BRASILEIRAS?

HÁ ALGUM IMPEDIMENTO PARA A CRIAÇÃO DE AVES NATIVAS (PAPAGAIO COMUM, POR EXEMPLO) EM CATIVEIRO, COM REGISTRO NO IBAMA, COMO SE FAZ COM AVES EXÓTICAS (CACATUA, POR EXEMPLO)?

Laurival A. De Luca Jr., Araraquara/SP



O leitor tem razão em sua observação, pois atualmente existe maior oferta, para compra e venda, de espécimes pertencentes a espécies silvestres exóticas do que a espécies silvestres brasileiras. Isso se explica pelo fato de que só nos últimos 10 anos se têm intensificado o interesse e conseqüentemente o registro, no Ibama, de criadouros de animais silvestres brasileiros com finalidade econômica, apesar de já existir regulamentação para tal atividade desde os anos 70.

O comércio de fauna exótica, no entanto, tem base sólida na tradição secular de importações e exportações.

Atualmente não só essas atividades são normatizadas pelo Ibama, através da Portaria 029, de março de 1994, e do Decreto 76.623, de novembro de 1995, que promulga a "Convenção sobre o comércio internacional das espécies de flora e fauna selvagens em perigo de extinção", como também já existem minutas de portarias referentes à sua comercialização e criação em cativeiro. A Lei federal 5.197, de 3 de janeiro de 1967, também denominada Lei de Proteção à Fauna, prevê em seu artigo 16 "o registro das pessoas físicas ou jurídicas que negociem com animais silvestres e seus produtos" e,

atualmente, as portarias 117 e 118, de outubro 1997, normatizam o assunto.

Ainda são poucos os criadores que se especializam em aves para o comércio de animais de estimação. O maior enfoque é dado à obtenção de produtos e subprodutos de fauna (carne, couro, penas, óleos, ossos etc.) provenientes de capivaras, porcos-do-mato, pacas, emas e jacarés. Mas hoje é possível comprar, por exemplo, um papagaio comum da espécie *Amazona aestiva*, nascido em cativeiro, anilhado e que poderá ser mantido como animal de estimação. Os criatórios de animais silvestres com fins co-

merciais, registrados no Ibama, têm o mérito de garantir o comércio legal e a segurança para os espécimes na natureza, através do desestímulo à captura ilegal.

CHRISTIANE DUARTE DA ENCARNÇÃO

Bióloga da Área de Fauna da Superintendência do Ibama em Minas Gerais

dois estados apenas (as duas polarizações com direções perpendiculares) mas que pode estar numa soma genérica desses estados.

A próxima pergunta que devemos nos fazer é: qual a vantagem de usar *qubits* em vez de *bits* convencionais para tratar a informação? A resposta é que isso permitiria computação paralela massiva, ou seja, maior eficiência (velocidade) no tratamento de dados. No caso de um computador quântico, devido aos *qubits* ocuparem, de certa forma, simultaneamente os estados 0 e 1, seria possível fazer ao mesmo tempo (de forma paralela) um processamento de dados que seria feito de forma sequencial num computador comum. Por exemplo, consideremos um processamento que envolva diferentes alternativas. Num computador convencional, cada *bit* só poderia ocupar um dos dois estados ao longo do processamento. Cada alternativa representaria uma repetição do processo, que deveria

ser feita várias vezes. No caso quântico, todas as possibilidades seriam investigadas essencialmente ao mesmo tempo.

Já existem algoritmos para problemas específicos que poderiam ser resolvidos mais rapidamente num computador quântico do que num computador convencional (como, por exemplo, a fatoração de números inteiros, cuja dificuldade representa a base de muitos códigos criptográficos modernos). Também já se demonstrou o princípio de funcionamento de portas lógicas quânticas (em sistemas de íons aprisionados e de átomos em cavidades supercondutoras), que realizam operações lógicas sobre *bits* quânticos. Ainda há, porém, uma série de dificuldades fundamentais a serem vencidas antes que se possa efetivamente construir um computador quântico.

PAULO ALBERTO NUSSENZVEIG

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Marcello Cini

O paraíso perdido

Na segunda metade deste século, a ciência passou por transformações profundas. Deixou de ser uma ciência de leis para tornar-se uma ciência em que os processos evolutivos e o acaso têm papel predominante. Essa é a tese defendida em *Paraíso Perduto* [Paraíso Perdido], último livro de Marcello Cini. O físico italiano veio ao Rio de Janeiro, no fim do ano passado, para uma série de palestras no Departamento de História da Universidade Federal Fluminense, e falou a *Ciência Hoje* sobre os caminhos do pensamento científico: “Hoje, olha-se o mundo com os óculos do interesse pelos sistemas complexos, pelo caos, pela irreversibilidade, em resumo, pelos processos evolutivos. Processos esses em que o acaso e a aleatoriedade têm sempre um peso determinante. Na ciência ‘velha’, na ‘ciência das leis’, o acaso era considerado fruto de ignorância, e o avanço do conhecimento o eliminaria progressivamente”. Especialista em teoria quântica, Cini tem se dedicado, nos últimos 30 anos, a estudos sobre história e filosofia da ciência e também à divulgação científica, tendo participado da criação e direção de diversas revistas, como a italiana *Sappere*, nos anos 70. “A nossa civilização está profundamente impregnada de ciência e tecnologia. Mas elas são cada vez mais complexas e distantes do entendimento do cidadão comum”, comentou o professor de física da Universidade de Roma e diretor do Centro Interdepartamental de Pesquisa em Metodologia da Ciência da mesma instituição.



ILUSTRAÇÃO CAVALCANTE

ENTREVISTA CONCEDIDA A ILDEU DE CASTRO MOREIRA (INSTITUTO DE FÍSICA, UFRJ) E LUISA MASSARANI (ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE*/RJ)

Por que o título *Paraíso Perdido* para um livro que trata das grandes idéias da ciência contemporânea?

O título fala por si mesmo. Estou convencido de que, na segunda metade deste século, a ciência e seu complexo (suas disciplinas) foram profundamente transformados. O modelo tradicional da ciência esteve centrado, por três séculos, na física galileana e newtoniana. Seu objetivo tradicional era a descoberta das leis fundamentais da natureza. Tanto o modelo quanto o objetivo da ciência mudaram. Não existe mais o modelo mecanicista do século 18. Foi superada a visão ingênua, sobretudo dos cientistas – não só de físicos, mas também de biólogos –, que acompanhava a concepção determinista que Pierre Simon de Laplace (1749-1827) enfatizou e que prosseguiu até Albert Einstein (1879-1955) e Francis Crick. Segundo esse ponto de vista, o objetivo da ciência seria reduzir o conhecimento do mundo à formulação das leis básicas da física e da química, que regulariam o desenvolvimento de todos os organismos e o comportamento do mundo que os circunda.

Na segunda metade deste século, com o início do estudo da natureza, dos organismos vivos e de sistemas complexos em nível mais elevado, como ecossistemas ou sistemas sociais, a 'ciência das leis' se transformou em uma ciência que vê o mundo cheio de processos evolutivos. Tivemos também o desenvolvimento da ciência da mente e a construção dos computadores.

Havia, portanto, um modelo baseado na idéia de que o mundo é simples e a realidade resulta de leis naturais elementares, necessárias e universais, ou seja, de um mundo do tipo platônico, no qual algumas poucas leis matemáticas fundamentais explicariam tudo. Passamos então para uma concepção de mundo em que, em vez de se tentar reduzir tudo à ordem, regularidade e continuidade, emergem categorias e perspectivas completamente opostas. O modelo atual estuda a desordem, a irregularidade, os fenômenos que não se repetem, em vez de tentar unificar fenômenos muito diferentes em uma única lei fundamental. A individualidade começa a ser reconhecida, por exemplo, no fato de que sistemas estruturalmente idênticos podem revelar comportamentos radicalmente distintos, provocados apenas por pequeníssimas diferenças que, até então, todos consideravam não essenciais.

Estaria ocorrendo então uma mudança significativa da maneira como os cientistas vêem o mundo?

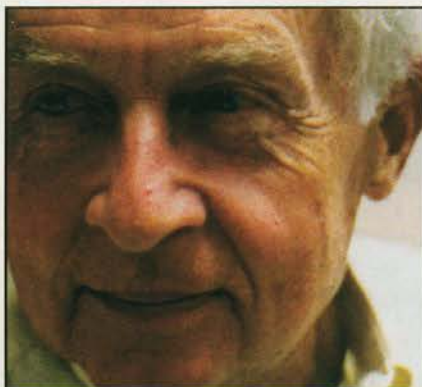
Sim. Hoje, olha-se o mundo com os óculos do interesse pelos sistemas complexos, pelo caos, pela irreversibilidade, em resumo, pelos processos evolutivos. Processos esses em que o acaso e a aleatoriedade têm sempre um peso determinante. Na ciência 'velha', na 'ciência das leis', o acaso era considerado fruto de ignorância, e o avanço do conhecimento o eliminaria progressivamente. Na nova ciência, a dos processos irreversíveis

e da desordem, o acaso tem um papel fundamental. Pode mudar a evolução e o desenvolvimento futuro de fenômenos aparentemente similares. Portanto, houve uma mudança de instrumentos: da categoria de conhecimentos e do modo de ver o mundo. A descrição matemática era baseada apenas nas funções contínuas. No novo modo de ver o mundo, surgem os fractais [estruturas fracionadas que, independentemente de sua escala, conservam a mesma forma da figura original]. O mundo agora é uma mistura de continuidades e descontinuidades; a realidade está permeada desses aspectos.

Reconhecer o aspecto da descontinuidade, da irregularidade é, entretanto, fundamentalmente diferente da visão anterior. Leva a uma ciência que não é mais a ciência do paraíso, ou seja, essa ciência da simplicidade, do ideal, do conhecimento puro, da verdade... O paraíso perdido é a falência dessa idéia de ciência do século 18 que permitiria um conhecimento sempre mais perfeito, mais

completo, mais geral sobre tudo aquilo que nos rodeia, revelando o mundo em sua natureza fundamental.

Analiso, no livro, a passagem do modelo newtoniano para essa ciência da complexidade, que já surgia, de certo modo, com a mecânica quântica. Há duas características fundamentais na mecânica quântica. A primeira é o coroamento da idéia de lei básica, que tem o objetivo de fornecer a lei física que regula o microcosmos. Mas a mecânica quântica introduziu também, de modo fundamental, a aleatoriedade. A figura emblemática dessa ambigüidade é o próprio Einstein. Ele afirmava que "Deus não joga dados", mas foi ele próprio quem introduziu, em 1905, os quanta ['pacotes' descontínuos de energia que constituem a luz], de forma independente e a partir de uma idéia de Max Planck (1858-1947). Einstein, imerso nessa contradição, deu início à mudança. Ele buscou a lei que deve

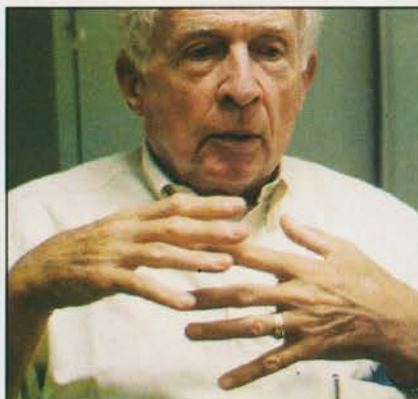


**O PARAÍSO PERDIDO É A FALÊNCIA
DESSA IDÉIA DE CIÊNCIA DO
SÉCULO 18 QUE PERMITIRIA UM
CONHECIMENTO SEMPRE MAIS
PERFEITO, MAIS COMPLETO,
MAIS GERAL SOBRE TUDO AQUILO
QUE NOS RODEIA, REVELANDO
O MUNDO EM SUA NATUREZA
FUNDAMENTAL**

ser universal, que deve reger tudo, mas, por outro lado, introduziu o elemento de aleatoriedade que pode permitir uma melhor compreensão da complexidade dos aspectos biológicos.

Está havendo um debate intenso sobre a ciência, seu significado e seus limites e sobre o uso dos conceitos científicos em outros domínios. Exemplos disto são o caso Alan Sokal (ver resenha nesta edição: 'Quem são os impostores intelectuais?'), as idéias defendidas pelo sociólogo da ciência francês Bruno Latour, as polêmicas entre cientistas e sociólogos da ciência. Qual sua opinião sobre as concepções dessa nova sociologia da ciência?

O historiador da ciência Paul Forman fez recentemente, na revista *Science*, uma resenha interessante de um livro que reúne artigos feitos por cientistas contra essa nova sociologia da ciência. Ali, ele fez uma crítica fundamentada dessa posição dos cientistas de tentar retornar à concepção tradicional de uma ciência-verdade, objetiva e sem qualquer relação com o social. A minha posição também é de crítica em relação à visão cientificista tradicional. Mas sou também crítico da posição extrema, na qual a ciência seria uma pura construção social. Portanto, minha concepção está entre as duas pontas desse espectro. Essa posição extrema dos filósofos pós-modernos que querem o desconstrucionismo extremo, no qual não existe mais qualquer afirmação válida, sucumbe a um relativismo total. Não se pode dizer que todas as culturas são iguais. A dos índios e a dos cientistas da física de altas energias, por exemplo. É claro que o conhecimento de um índio da floresta brasileira é um sistema de conhecimento, é o melhor sistema para sobreviver na floresta brasileira. Um europeu, alguém que pertence à nossa civilização, não sobreviveria uma semana solto na floresta brasileira com sua ciência. Portanto, desse ponto de vista, é verdade que o sistema de conhecimento de uma dada civilização, sua cultura, é o resultado de uma evolução de conhecimento que permite, como em todo processo evolutivo, a sobrevivência. Mas não se pode negligenciar o fato de que aquela evolução é um processo histórico que se deu na floresta amazônica e que o nosso, europeu, foi diferente.



A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PRATICADA HOJE FAZ PARTE DO MERCADO DO ESPETÁCULO E, PORTANTO, NÃO TRANSMITE A IDÉIA DA CIÊNCIA COMO UMA FORMA DE CONHECIMENTO DO MUNDO, ASSOCIADA COM A VIDA DIÁRIA DAS PESSOAS

Vamos falar um pouco sobre divulgação científica. Qual a importância de difundir conhecimento científico para o público geral?

A nossa civilização está profundamente impregnada de ciência e tecnologia. Mas elas são cada vez mais complexas e distantes do entendimento do cidadão comum, de tal modo que é preciso haver uma socialização e difusão maior de conhecimentos específicos. Mais do que isso, se faz necessário que as pessoas adquiram um conhecimento sobre o que é a ciência,

por que se faz ciência, qual é a relação entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os problemas de seu cotidiano e da sociedade presente e futura.

Em vez disso, a divulgação da ciência praticada hoje faz parte do mercado do espetáculo e, portanto, não transmite a idéia da ciência como uma forma de conhecimento do mundo, associada com a vida diária das pessoas. Transmite-se uma imagem da ciência como algo espetacular que descobre coisas estranhas e, sobretudo, como uma atividade que produz verdades absolutas. A idéia que se passa é a de que, se uma coisa é científica, ela deve ser aceita sem discussões, que é inevitável e que é também, necessariamente, um bem para a humanidade. Penso que essa mensagem é um erro. Ela não ajuda as pessoas a compreenderem o que a ciência está fazendo, para onde vai, quais são os problemas debatidos internamente, como as idéias se confrontam dentro das várias disciplinas científicas e também

como ela se insere no tecido tecnológico e econômico. Sem uma difusão científica correta, a ciência vai permanecer como algo esotérico, produzido por uma casta de especialista, no qual as pessoas não podem interferir e que têm de aceitar como inevitável.

Temos muita dificuldade, especialmente no Brasil, em atrair o leitor com divulgação científica de qualidade. O problema educacional é sério e não há tradição de leitura. Por isso, uma técnica bastante usada é tentar criar mistérios e aguçar a curiosidade.

Mas parece que o senhor critica essa estratégia.

Quais seriam, então, algumas formas de atrair o leitor?

As pessoas são atraídas, por exemplo, pelas questões da astronomia, dos mundos longínquos, da vida extraterrestre

etc. Essas questões podem capturar a atenção e o interesse do público, mas é um pouco como um filme de fantasia tipo *Independence Day*. De fato, é muito difícil atrair a atenção das pessoas sem fazer fantasia. Elas se interessam mais por ela do que pela ciência. Portanto, não é fácil responder a essa pergunta.

As pessoas querem saber se será encontrada a cura para a Aids, o câncer ou as doenças do coração. São questões que se referem à saúde e à sobrevivência de cada um. Tempos atrás, a novidade era o interesse pelas questões do meio ambiente, as ameaças a ele e à própria sobrevivência da humanidade. Um perigo é que, quando se exagera muito, quando se insiste muito sobre o aspecto catastrófico, as pessoas passam a não acreditar mais que a tal catástrofe possa ocorrer. Seria, sim, essencial transmitir o conhecimento correto e difundir uma cultura que respeita o ambiente. Mas, mesmo se as pessoas individualmente procurarem mudar seus próprios hábitos, o

perigo de destruição do ambiente não ficará afastado, se não houver um redirecionamento social maior.

Mas como devemos atrair os leitores para essas questões? Como devemos apresentar esses temas? Creio que isso que deve interessar muito às ciências humanas, à psicologia, à comunicação de massa. Eu não saberia dar sugestões. O que penso é que difundir a falsa imagem da ciência não serve. A ação principal, creio, deve estar voltada para as crianças. É fundamental a difusão de uma cultura científica correta para crianças e jovens, porque é difícil para os adultos mudarem suas idéias e seus costumes.

ENTREVISTA NA ÍNTEGRA CH ON-LINE

► <http://www.ciencia.org.br>

• • • • •



A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948) e a revista *Ciência Hoje* (1982), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

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

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

Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Sintese Fármacos, R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031) 371-2077, r. 280. Fax: (031) 3322534. (Maria Mercedes V. Guerra Amaral). **GO** - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131. Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mails@pequi.ufg.br (Marco Antonio Sperb Leite). **MT** - Rua Antonio Maria, 444/Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/ Herbário Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). **ES** - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberg). **RJ** - CBPF - LAFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). **SP (subárea I)** - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros. Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luís Carlos Gomes Simões). **SP (subárea II)** - Depto. Ciência Techno. Agro-industrial/ESALQ. Av. Pádua Dias, 11.C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luís Gonzaga do Prado Filho). **Botucatu (seccional)** - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dértia Villalba Freire-Maia). **SP (subárea III)** - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mutton). **MS** - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). **PR** - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba-PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). **Maringá (seccional)** - Depto. de Biologia Celular e Genética/UEMaringá. Av. Colombo, 3.690. Cep: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). **RS** - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giugliani@dpx1.hcpa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Viana, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho). **Rio Grande (seccional)** - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsrio@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Sirio Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica/CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).

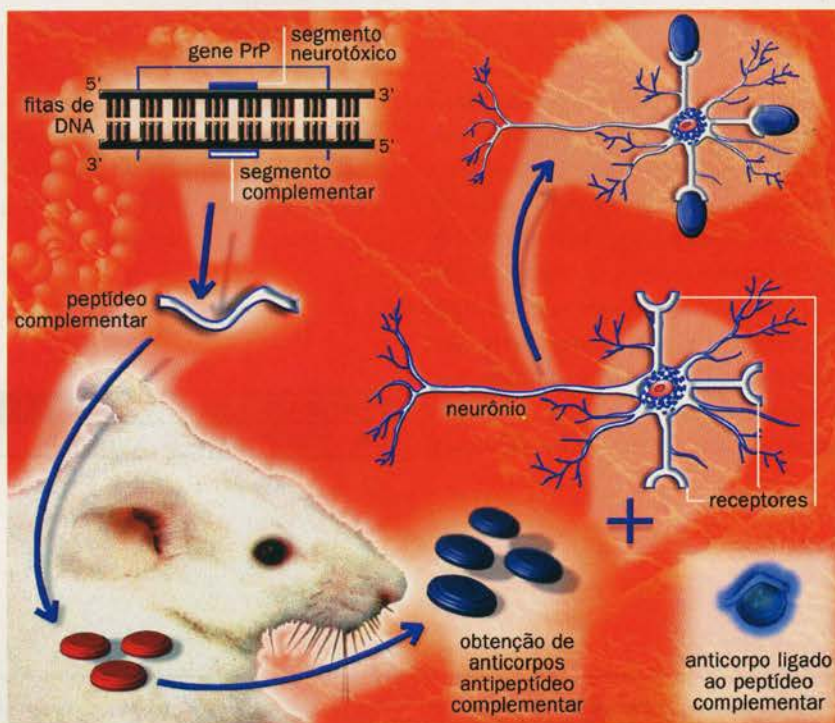
BIOQUÍMICA

Uma prova do perigo dos *prions*

A provável existência, na membrana de neurônios, de um receptor que pode ter um papel relevante nas doenças causadas pela proteína do *prion* foi demonstrada em artigo publicado em dezembro de 1997 na revista *Nature Medicine* *. O estudo, genuinamente brasileiro, foi pioneiro tanto na metodologia usada quanto na publicação em uma das mais importantes revistas da área.

A proteína do *prion*, mais conhecida como PrP (de *prion protein*), é o agente responsável pelas encefalopatias espongiformes transmissíveis (EET), nas quais se enquadram doenças como a da vaca louca, que assolou o gado britânico recentemente, e doenças raras que acometem o homem, como o *kuru* (frequente na ilha de Nova Guiné) e as doenças de Creutzfeldt-Jacob e Gerstmann-Straussler-Scheinker.

Curiosamente, todas essas doenças são causadas por proteínas, quando acreditava-se, até há pouco tempo, que todas as doenças sempre envolviam a presença de microrganismos como vírus, bactérias ou protozoários, todos dotados de material genético.



Esquema com os passos da experiência realizada pela equipe brasileira

A descoberta da PrP rendeu o Nobel de Medicina e Fisiologia de 1997 a Stanley Prusiner, da Universidade da Califórnia, que lidera os estudos nessa área (ver 'Uma descoberta ainda polêmica', em *Ciência Hoje* nº 134).

Até o momento, não foram detectadas quantidades significativas de ácidos nucleicos no material que transmite as EET. Apenas a proteína PrP parece estar envolvida na origem dessas doenças, o que tornou necessário explicar como uma proteína inócua, de função ainda desconhecida e presente na membrana dos neurônios poderia, repentinamente, tornar-se tóxica à célula, levando à neurodege-

neração e morte do indivíduo. O modelo mais aceito para explicar tal enigma pressupõe a existência de duas formas da proteína PrP, uma inócua (denominada PrP^C - C de celular) e outra tóxica (denominada PrP^{SC} - SC de *scrapie*). Por algum mecanismo molecular ainda não elucidado, a PrP^C seria convertida em PrP^{SC}, desencadeando a doença. O que se sabe, por experiências em laboratório, é que a presença da proteína tóxica é capaz de induzir a transformação do tipo inócua no tipo tóxico.

O trabalho agora publicado aborda, portanto, uma questão importante: a existência de um receptor de

membrana para a proteína PrP^C, que poderia ser o responsável pela entrada dessa proteína no interior da célula, evento que antecederia a conversão de PrP^C em PrP^{SC}. A estratégia adotada pelos autores foi a síntese de um pequeno peptídeo com 16 aminoácidos. A sequência dos aminoácidos desse peptídeo foi ditada pela sequência de nucleotídeos da fita de DNA complementar ao segmento de DNA res-

ponsável pela toxicidade da PrP (tal segmento faz parte do gene que expressa essa proteína).

O peptídeo complementar foi inoculado em uma cobaia, que passou a produzir anticorpos contra ele (ver figura). Esses anticorpos, na presença de células neuronais, foram capazes de reconhecer e ligar-se a uma proteína presente na membrana dessas células. A proteína identificada pelo anticorpo, portanto, seria candidata a desempenhar o papel de receptor para a PrP. O emprego de anticorpos para 'pescar' moléculas desconhecidas é muito útil, pois constitui uma reação extremamente espe-

cífica e pouco sujeita a erros, uma vez que funciona como um encaixe chave-fechadura. Além disso, a técnica usada pelos pesquisadores – buscar um receptor utilizando a sequência da fita de DNA complementar do ligante (no caso, a proteína PrP) – já foi explorada pelos mesmos autores com sucesso para identificar outros receptores.

Para comprovar se a proteína identificada pelo anticorpo (anti-peptídeo) da fita complementar era de fato o receptor da PrP, seria necessário detectar a ligação da PrP a essa proteína da membrana. Isso foi feito aplicando-se uma preparação de membranas de neurônios a um gel de eletroforese, técnica que separa proteínas por

tamanho – a aplicação de uma corrente elétrica em um gel carregado com diferentes proteínas faz com que elas 'andem' mais ou menos nesse gel, de acordo com seu tamanho. Em seguida, o gel foi posto em contato com a PrP marcada com elemento radioativo, o que fez 'brilhar' uma banda específica, onde deveria estar a proteína com o tamanho previamente determinado para o receptor. Isso indicou ter havido reconhecimento e ligação de PrP ao seu provável receptor.

Experimentos de citometria de fluxo (técnica de contagem de células) também foram realizados, para detectar a ligação de PrP *in vivo* ao seu receptor. Essa rica abordagem experimental

apontou, sem equívocos, a existência de um receptor para a proteína PrP na membrana de neurônios. Além da importância dessa descoberta, o estudo mostrou ainda que a incubação de uma cultura de neurônios com o anticorpo anti-peptídeo complementar ou com o próprio peptídeo complementar diminuiu de modo significativo a morte de neurônios causada pela adição do peptídeo neurotóxico presente na sequência da PrP.

A descoberta do receptor e a diminuição da morte de neurônios quando ele foi bloqueado (pelo peptídeo complementar ou pelo anticorpo contra ele) indicam a possibilidade de desenvolver uma droga capaz de impedir a

manifestação das EET, ao bloquear esse receptor. Parabéns aos autores – Vilma R. Martins, Edgard Graner, José Garcia-Abreu, Sandro J. de Souza, Adriana F. Mercadante, Sílvia S. Veiga, Sílvia M. Zanata, Vivaldo Moura Neto e Ricardo R. Brentani –, por contribuírem para a luta contra essas doenças e por mostrarem que a ciência brasileira também é capaz, e muito capaz!

Débora Foguel

Departamento de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

* *Nature Medicine* (1997), vol. 3, nº 12, pp. 1376-1382

PALEONTOLOGIA

O PEQUENO DINOSSAURO MAIS BEM PRESERVADO

O primeiro fóssil de dinossauro até hoje encontrado na Itália acaba de ser completamente preparado e descrito. Trata-se de um exemplar extremamente bem preservado (incluindo órgãos) de um terópodo bebê, com cerca de 30 cm de comprimento. Classificado como *Scipionyx samniticus*, ele não mostra evidências de penas ou restos de tegumento. O local onde foi encontrado, no sul da Itália, já era conhecido desde o século 18 por reunir fósseis de peixes em excelente estado de preservação. Isso se deve a depósitos calcáreos que ocorreram há mais de 100 milhões de anos e a períodos cíclicos de baixo nível de oxigênio. O *Scipionyx samniticus* representa um novo terópodo maniraptoriforme e está mais bem preservado do que outros fósseis encontrados em sítios análogos, como a formação Santana, no Brasil, e a formação Yixian, na China. Trata-se de uma descoberta notável, tendo em vista a escassez de fósseis desse tipo. A excepcional preservação deverá auxiliar a interpretação de outros fósseis relacionados.

Nature, 26/3/1998



MEDICINA

AUTISMO PODE SER CAUSADO POR VACINA TRÍPLICE

A vacina tríplice contra sarampo, cachumba e rubéola pode causar, embora raramente, um efeito colateral grave: o autismo. A equipe de Andrew Wakefield, do *Royal Free Hospital*, de Londres, fez um estudo com 12 crianças vacinadas que apresentavam problemas comportamentais além de problemas intestinais. Dessas crianças, nove foram diagnosticadas como autistas. Wakefield acredita que as complicações intestinais causadas pela vacina podem desencadear um comportamento de retraimento social que levaria ao autismo. Outros especialistas em vacinas, porém, entre eles Frank DeStefano, dos Centros para Controle e Prevenção de Doenças, em Atlanta (EUA), afirmam que é difícil definir quando os sintomas de autismo aparecem e assim associá-los à idade em que é administrada a vacina (entre 12 e 18 meses). DeStefano também ressalta que milhões de crianças são vacinadas anualmente e que se o autismo for de fato um efeito colateral, ele é extremamente raro.

Wakefield e outros imunologistas temem que uma vacina única contra três doenças infantis possa sobrecarregar o sistema imunológico da criança. Os resultados mostram a necessidade de mais estudos sobre a aplicação de vacinas múltiplas.

The Lancet, vol. 351, p. 637

MEDICINA

VACINAS CONTRA O MELANOMA

Duas novas vacinas, desenvolvidas por grupos independentes, obtiveram bons resultados no tratamento do melanoma, a forma mais grave de câncer de pele. Os dois produtos usam proteínas das próprias células cancerosas dos pacientes para estimular a atuação dos linfócitos T citotóxicos, células do sistema imunológico que reconhecem e destroem as células alteradas pelo câncer.

A equipe liderada por Steven A. Rosenberg, do Instituto Nacional do Câncer, em Bethesda (Estados Unidos), modificou o antígeno do melanoma – o antígeno é a substância que faz o linfócito reconhecer a célula ‘inimiga’ e atacá-la. Os pesquisadores selecionaram os fragmentos de proteína (peptídeos) mais antigênicos, juntaram a eles uma substância produzida pelo sistema imunológico, a citocina IL-2, que aumenta a atividade dos linfócitos, e usaram essa ‘mistura’ para atrair mais linfócitos T para os tumores. Essa vacina, administrada a pacientes com melanoma em estado avançado, reduziu o câncer em 42% deles. Outros pacientes com melanoma receberam apenas IL-2, e só 17% apresentaram alguma melhora.

Já o grupo de Dirk Schadendorf, da Universidade de Heidelberg (Alemanha), seguiu outro caminho. Primeiro, retirou de pacientes com melanoma algumas células dendríticas – que quebram proteínas antigênicas em peptídeos e estimulam a ‘ativação’ de leucócitos. Depois, ‘carregou’ tais células com proteínas antigênicas extraídas de células cancerosas dos pacientes e as injetou nos nódulos linfáticos deles. Não foi usada a citocina IL-2 (produzida, nesse caso, pelo próprio organismo). Essas ‘vacinas dendríticas’ causaram regressão dos tumores em 31% dos casos (5 em 16), e dois pacientes apresentaram regressão total, que já dura mais de um ano.

O próximo passo é testar as duas vacinas em maior escala para avaliar a eficácia do tratamento clínico e o impacto na sobrevivência dos pacientes.

Nature Medicine, 4/3/98



FÍSICA

COMPUTAÇÃO QUÂNTICA AVANÇA

Progressos recentes tornam mais plausível a idéia de que a computação quântica pode ter futuro, embora permaneça ainda remoto. Na computação clássica, a informação é armazenada em bits (0 ou 1). A grande vantagem da computação quântica é armazenar a informação em estados quânticos (de átomos ou fótons, por exemplo), o que permite processá-la em forma paralela e resolver problemas muito difíceis com grande rapidez, inatingível por um computador digital clássico. A principal dificuldade é que a informação quântica tende a desaparecer rapidamente pela sua interação com o ambiente, através de um processo chamado *descoerência*. Isto levaria a erros, que têm de ser controlados. Uma equipe do Laboratório Nacional de Los Alamos, liderada por Wojciech Zurek, mostrou agora que controlar esses erros é possível, em princípio, permitindo a construção futura de computadores quânticos confiáveis.

Nature, 12/2/98

QUÍMICA

REAÇÕES SELETIVAS

Experimentos com pulsos de *laser* ultra-rápidos, com duração de femtosegundos (10^{-15} s), realizados por físico-químicos do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), permitiram produzir e observar reações químicas com elevadas energias de excitação que se comportam de forma muito diferente da esperada para essas energias.

As teorias usuais da dinâmica das reações químicas pressupõem que a energia fornecida a uma molécula durante uma reação se redistribua rapidamente da forma prevista (ergódica) entre vibrações e rotações da molécula. Isso é esperado especialmente para energias de excitação elevadas.

Nos experimentos do Caltech, as energias de excitação eram altas, atingindo 120 kilocaloria/mol. No entanto, os tempos de excitação e de observação com pulsos de luz de femtosegundos eram menores que o tempo necessário para a redistribuição estatística da energia, o que permitiu obter novos processos seletivos de reações químicas.

Science, 6/2/98



FÍSICA

SOM E RACHADURAS

A fratura de um corpo sólido produz som, por causa do movimento da rachadura à medida que ela vai aumentando. O físico Fernando Lund, da Universidade do Chile, em Santiago, discute o efeito inverso, produzido quando o som atua sobre uma rachadura. Experimentos com placas de acrílico estiradas até se partirem mostraram que, quando se projeta uma onda sonora sobre a extremidade da rachadura, ela aumenta abruptamente de velocidade. Basta uma onda sonora de baixa intensidade para afetar fortemente a rachadura. Apesar da grande importância tecnológica na fratura de sólidos, Lund afirma que a física básica desse processo ainda é um mistério.

Science, 13/3/98

FLASH * FLASH * FLASH

* **Lavar as frutas pode não ser suficiente.** Cientistas norte-americanos observaram contaminações por *ciclóspora* em framboesas apesar de 81% delas terem sido lavadas. A *ciclóspora* é um parasita unicelular que causa diarreias sérias que devem ser tratadas com dois antibióticos. Pesquisadores japoneses testaram desinfetantes para descontaminar rabanetes infectados com a bactéria *E. coli*. Mas observaram que o micróbio se aloja nos tecidos profundos da planta onde o desinfetante não chega. Agentes de saúde acreditam que as frutas e verduras, além de serem lavadas, devam passar por um controle maior desde o cultivo até sua distribuição.

* Cientistas noruegueses observaram nas suas águas costeiras que o nível de tecnécio 99 aumentou muito desde 1991. O tecnécio 99 é um elemento radioativo liberado pela usina nuclear de Sellafield no Reino Unido. Como sua meia-vida é de 213 mil anos, a contaminação persistirá por muitas gerações.

* **Uma firma de material eletrônico, da Califórnia, acaba de desenvolver um dispositivo que transforma qualquer câmera fotográfica em câmera digital.** Um pequeno cilindro, contendo baterias e componentes eletrônicos, é ligado a uma placa sensível à luz. Ao colocar o dispositivo na câmera, o rolo ocupa o lugar do filme e a placa fica no plano focal da lente. A imagem é armazenada num *chip* e pode ser reproduzida conectando o dispositivo a um computador, onde ela será transferida para o disco rígido e impressa.

* Lançada em 1989 em direção a Júpiter, a sonda Galileu tem orbitado suas quatro principais luas: Io, Europa, Calisto e Ganimede nos últimos dois anos. Nas fotos obtidas até agora há evidências de uma 'lama' de água e gelo, sugerindo a existência de água por baixo da camada de gelo da superfície. Aparecem também imagens de penhascos de gelo e crateras. A presença de água reforça a teoria de que pode ter existido vida na lua Europa.

* **A qualidade do útero pode afetar o desenvolvimento mental futuro do bebê.** Cientistas norte-americanos mostraram que embriões de ratos geneticamente idênticos implantados em úteros diferentes resultaram em animais com aptidões mentais bastante distintas.

* Quem acorda no meio da noite não deve acender a luz. Bastam alguns minutos de exposição à luz para bloquear a produção de melatonina, hormônio que regula o sono.

MICHELINE NUSSENZVEIG / CIÊNCIA HOJE/RJ



CONFIE A COMUNICAÇÃO DOS SEUS DADOS A QUEM ENTENDE DESSE JOGO

Cada vez mais as empresas vão precisar encontrar um parceiro de confiança para fazer fluir a informação na velocidade do tempo e da decisão. A DIALDATA é um dos provedores mais antigos no mercado, e o mais habilitado a garantir eficiência e segurança da sua comunicação. Investindo constantemente em tecnologia e recursos humanos lhe oferece soluções completas desde o Acesso (discado e dedicado) até a hospedagem de seu site com todos os recursos como Database, Virtual Private Network, Conference System, etc. Para jogar seus dados com segurança escolha a DIALDATA.



dialdata
internet systems

www.dialdata.com.br

Rua Bandeira Paulista, 716 1º andar
CEP 04532-002 São Paulo - Brasil
Tel.: 829-4731 Fax: 822-4588
Modem: 828-9577

ESPECIALIZAÇÃO

Esse conceito-chave que alimenta as expectativas de ascensão profissional nos mais variados ramos de atividades ganha agora uma nova conotação: a necessidade de ampliação dos conhecimentos para além da capacitação específica. A globalização, a dinâmica da informação virtual e a complexidade dos mercados exigem do profissional muito mais que competência em sua área. Ele deve ter agilidade para interagir com as demais ramificações do saber e com as exigências de atualização no mundo dos negócios.

É esta a característica que vem sendo incorporada pelos cursos de pós-graduação e pelas qualificadas instituições de pesquisa científica e tecnológica do país. Não há lugar para quem não estiver sintonizado com o complexo tecido social de nossos dias. E, mais ainda, não haverá chances de sobrevivência para quem não for capaz de antever o futuro.

Universidade Metodista de Piracicaba

CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO



UNIMEP

STRICTO SENSU

- * **Doutorado em Educação**
 - Teorias educacionais e processos pedagógicos
 - Política e história da Educação
- * **Mestrado em Educação**
 - Corporeidade e Educação Motora
 - Educação em Ciências
 - História da Educação no Brasil
 - Políticas e Gestão da Educação
 - Processos cognitivos e linguagens pedagógicas
- * **Mestrado em Engenharia de Produção**
- * **Mestrado em Direito**
 - Filosofia do Direito
 - Direito, Estado e Sociedade

LATO SENSU

Especialização, Aperfeiçoamento, Atualização

- * **Administração: Finanças – Controladoria e Estratégias de Financiamento e Investimento**

- * **Administração**
 - Marketing Estratégico Setorial
- * **Análise de Sistemas**
- * **Análises Clínicas**
- * **Direito**
 - Metodologia Jurídica;
 - Direito Penal;
 - História das Idéias Jurídicas no Brasil;
 - Direito Processual Civil;
 - Direito Processual Penal;
 - Direito Constitucional;
 - Direito Empresarial;
 - Direito do Trabalho.

Direito Civil e Processual Civil

Docência no Ensino Superior

- * **Educação Especial**
- * **Engenharia de Materiais Poliméricos**
- * **Engenharia de Segurança no Trabalho**
- * **Farmácia Homeopática**
- * **Filosofia e Psicanálise**

- * **Fisiologia do Esforço**
- * **Fisioterapia Desportiva**
- * **Fonoaudiologia: área de linguagem**
- * **Gerência da Produção**
- * **Gestão Ambiental e Energética**
- * **Gestão de Negócios: Desafios da Globalização e Desenvolvimento**
- * **Processos de Fabricação: análise de produção e custos**
- * **Saúde Pública**
- * **Sistemas de Qualidade**
- * **Sistemas de Produção e Automação da Manufatura**

INFORMAÇÕES

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
Rod. do Açúcar, Km 156 • CEP 13400-901
Piracicaba, SP • Telefone (019) 422-1515 (r. 448)
Telefone/Fax (019) 422-1900
Email: posgrad@unimep.br
Homepage: www.unimep.br

Pós-graduação

PÓS-GRADUAÇÃO

MATRÍCULAS ABERTAS

LATO SENSU

Áreas de Concentração

- **Administração**
 - Gerência Financeira
 - Gerência de Marketing
 - Gerência de Recursos Humanos
 - Gerência Empresarial
 - Gestão da Qualidade Total e da Produtividade
- **Educação**
 - Didática do Ensino Superior
 - Psicopedagogia

Direito

Áreas Específicas

- Contratos e Obrigações Comerciais
- Direito do Trabalho
- Direito Civil x Processo Civil
- Direito Penal x Processo Penal
- Direito Internacional (Público e Privado)
- Direito Econômico

Contábeis

- Auditoria
- Controladoria

STRICTO SENSU - MBA

Administração de Negócios - Áreas de Concentração

- Gerência Mercadológica (Marketing)
- Gerência de Recursos Humanos
- Gerência Contábil
- Sistemas Computacionais

- Gerência de Auditoria e Controladoria
- Gerência Organizacional
- Gerência Empresarial
- Gerência da Qualidade e da Produtividade

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

SUPERINTENDÊNCIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

CURSO DE DOUTORADO

-Oceanografia Biológica - Coord.: Prof. Dr. Paulo César Abreu
Tel.: (0532)336501 Fax: (0532)336603

CURSOS DE MESTRADO

-Ocean. Biológica - Coord.: Prof. Dr. Paulo César Abreu
Tel.: (0532)336501 Fax: (0532)336603

-Ocean. Física, Quím. e Geol. - Coord.: Prof. Dr. Lauro Calliari
Tel./Fax: (0532)336605

-Engenharia Oceânica - Coord.: Prof. Dr. Waldir Terra Pinto
Tel.: (0532)336619 Fax: (0532)329716

-Engenharia de Alimentos - Coord.: Prof. Dr. Walter Augusto Ruiz
Tel.: (0532)311900 Ramal: 123 Fax: (0532)329716

-Educação Ambiental - Coord.: Profa. Dra. Eva Lizety Ribes
Tel.: (0532)336615 Fax: (0532)329716

-Clínica Médica - Coord.: Prof. Dr. Jaime Bech Nappi
Tel.: (0532)311869 Fax: (0532)329716

-Matemática Aplicada - Coord.: Prof. Dr. Tarcísio P. Pereira
Tel.: (0532)336616 Fax: (0532)329716

-Ciências Fisiológicas - Coord.: Prof. MSc. Fernando A. Silva
Tel.: (0532)311900 Ramal: 150 Fax: (0532)329716

UMA UNIVERSIDADE VOLTADA AO ECOSISTEMA COSTEIRO
Internet: <http://www.furg.br/furg/organiza/proesp/proesp.htm>
E-mail: proesp@super.furg.br
Cx. Postal, 474 Rio Grande/RS 96201-900

CECAE - Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária e de Atividades Especiais da Universidade de São Paulo



O objetivo principal é contribuir para a capacitação tecnológica de Micro e Pequenas Empresas, mediante aproveitamento do potencial tecnológico da USP. Assim, O ATUAL-TEC proporciona treinamento básico nos temas propostos. Os participantes, motivados pela aplicação desses conhecimentos básicos em suas empresas, poderão aprofundar posteriormente os temas, de acordo com seus

PROGRAMAÇÃO DE SEMINARIOS COM CARGA HORÁRIA DE 16 HORAS DE MAIO A DEZEMBRO DE 1998

Licitação e Contratos	01 a 04 de Junho
Gestão da Qualidade Total-iso 9000	25 a 28 de maio
Embalagens De Plástico	25 a 28 de maio
Fitoterapia & Fitoterápicos	01 a 04 de junho
O Poder da Voz e da Fala no Cresc. Prof.	25 a 28 de maio
Planejamento e Prática de Marketing	01 a 04 de junho
Q&p - Gestão Participativa	01 a 03 de junho
Licitação de Informática para Licitantes	25 a 27 de maio
Marketing e Comunicação Política	26 a 29 de maio
Desenvolvimento de Produtos e Serviços	01 a 04 de Junho

Licitação e Contratos	29/30 de jun. e 01/ 02 de jul.
Q & P - Gestão Participativa	06 a 09 de julho
O Marketing Possível	06 a 09 de julho
Reciclagem do Plástico	06 a 09 de julho
Atendimento ao Público	a definir
Direito Ambiental	06 a 09 de julho

Licitação e Contratos	03 à 06 de agosto
Q&p - Gestão Participativa	03 à 06 de agosto
Planejamento e Prática de Marketing	27 à 30 de julho
O Poder Da Voz e da Fala no Cresc. Prof.	03 à 06 de agosto
Termoformagem do Plástico	27 à 30 de julho

Diagramação:

Maurici Roberto Paloni

Bip: (011) 534-0737 Cód. 418.2481

Licitação e Contratos	31 de ag. e 1 a 3 de set.
Gestão da Qualidade Total-Iso 9000	31 de ag. e 1 a 3 de set.
O Marketing Possível	24 a 28 de agosto
Q & P - Gestão Participativa	31 de ag. e 1 a 3 de set.
Atendimento ao Público	a de finir
Embalagens de Plástico	24 a 28 da agosto
Fitoterapia e Fitoterápicos	a definir
Desenvolvimento de Produtos Alimentícios	a definir

Licitação e contratos	26 a 29 de outubro
Gestão da qualidade total-iso 9000	26 a 29 de outubro
o marketing possível	03 a 06 de novembro
reciclagem do plástico	03 a 06 de novembro
atendimento ao público	26 a 29 de outubro
fitoterapia e fitoterápicos	a definir
Q & p - gestão Participativa	26 a 28 de outubro

Licitação e Contratos	23 a 26 de nov.
Gestão da Qualidade Total-iso 9000	23 a 26 de nov.
Embalagens de Plástico	23 a 26 de nov
Desenvolvimento de Produtos Alimentícios	a definir
Tecnologia do Proc. de Injeção do Plástico	07 a 10 de dez.
Tecnologia do Proc. de Fabric. de Sorvetes	a definir
O Poder da Voz e da Fala no Cresc. Prof.	07 a 10 de dez.
Q & P - Gestão Participativa	07 a 10 de dez.
Planejamento e Prática de Marketing	07 a 10 de dez.

MAIORES INFORMAÇÕES - FONES: (011) 818-3903 e 818-4164 - FAX.: (011) 818.4351 e 211-0922,

E-Mail atualtec@org.usp.br e Internet <http://www.usp.br/cecae/atualtec>

**Anote no seu Bookmark o endereço da
Pós-Graduação no Brasil**

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

No site da SBPC você encontra o “Roteiro da Pós-Graduação Nacional”, que divulga as disciplinas ministradas a cada semestre nos cursos cadastrados na CAPES.

O intuito do “Roteiro” é o de divulgar essas informações para que os pós-graduandos possam cumprir seus créditos não só na instituição em que estão matriculados, mas também em outras instituições brasileiras.

O serviço permite que o usuário consulte cursos de todo o Brasil através de palavra-chave (tema de curso, nome de professor, etc); área de concentração e/ou universidade. Consulte e verifique se o seu curso já está cadastrado.



R. Maria Antonia, 294 - 4º andar - CEP 01222-010 - São Paulo - SP
(011) 259-2766 c/ Vera Carvalho ou (011) 814-6656 c/ Maria José



**CALENDÁRIO
DE EXTENSÃO
UNIVERSITÁRIA**

USP

O Calendário de Extensão Universitária é uma publicação bimestral da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP, divulgando os cursos de extensão universitária, nas diversas áreas do conhecimento.

**Para informações complementares, o interessado
poderá usar o endereço da internet:**

<http://www.usp.br/geral/cultura/offline/extensao.html>

ou telefax: (011) 818.3915 com Lenita ou João

ESPECIAL

perspectiva para o cr

A trajetória da capacitação acadêmica
em nível superior no Brasil evidencia
uma busca por instituições competentes
e criativas, voltadas para a geração
e distribuição do conhecimento.

Com investimentos de retorno somente
em longo prazo, as prioridades
se dirigiram para a implantação

de sólidas agências de financiamento.

Num primeiro momento,

os efeitos apareceram em poucos centros
de pesquisa. Hoje, no entanto, a tarefa

exigida dessas estruturas é potencializar
e democratizar os recursos, além de induzir

o desenvolvimento de áreas estratégicas
para o país. Ações que não podem implicar

a fragilização dos investimentos

em ciência pura. A aparente contradição

L I Z A Ç Ã O

escimento profissional

'especialização x conhecimentos

multidisciplinares' exigida pela nova

realidade tem um imperativo:

a reordenação das estruturas curriculares,

dos conteúdos e dos programas dos cursos

de extensão. É este o desafio que está

estimulando as instituições a buscarem

soluções criativas para cenários

heterogêneos.

O vigor das instituições estará

definitivamente mais garantido para aquelas

que conseguirem elucidar esse teorema.

O futuro e as perspectivas de crescimento

profissional serão mais amplos para

os que tiverem capacidade de se adaptar

a mercados em ebulição e fizerem

a escolha adequada do curso de

pós-graduação ou especialização.

Pós-Graduação no Rio Grande do Sul

Relação dos cursos
recomendados para
bolsistas pela CAPES:

Agronomia, Ciência do
Movimento Humano,
Ciência e Tecnologia dos
Alimentos, Distúrbios da
Comunicação Humana,
Educação, Engenharia
Agrícola, Engenharia
Florestal, Engenharia de
Produção, Extensão
Rural, Medicina
Veterinária, Química,
Zootecnia.



UFSM

Maiores Informações:

Universidade Federal de
Santa Maria
Pró-Reitoria de
Pós-Graduação e Pesquisa

Cidade Universitária
Administração Central
prédio 47, 7º andar, sala 709
faixa de Camobi, km 09
Santa Maria, RS - Brasil
97119-900
fone: (055) 220 8645/220 8009
e-mail: prpgp@adm.ufsm.br

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Núcleo de Pesquisa de Novas Tecnologias de
Comunicação Aplicadas à Educação

ESCOLA DO FUTURO



Cursos da Capacitação Profissional
em Informática Educacional

R. Maria Antonia, 294 - Fone: 259-3447
e-mail: capacita@futuro.usp.br
<http://www.futuro.usp.br>

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AEROESPACIAL ITA

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Mestrado e Doutorado

ENGENHARIA AERONÁUTICA E MECÂNICA
ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO
ENGENHARIA DE INFRA ESTRUTURA
AERONÁUTICA FÍSICA



Divisão de Pós Graduação

12228-900 - São José dos Campos - SP
Tel /Fax: (012) 340 - 5920
e-mail : gloria@adm.ita.cta.br



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Cursos de Pós-Graduação

Inscrições para o 2º semestre de 1998

• NÍVEL DE MESTRADO

Curso: BIOTECNOLOGIA

Linhas de Pesquisa: Biotecnologia de Fermentações
Biotecnologia Agrícola

Período de Inscrição: de 04 de maio a 31 de agosto de 1998.

• NÍVEL DE ESPECIALIZAÇÃO

Nas áreas de Ciências Jurídicas, Administrativas, Exatas,
Humanas e da Saúde.

Período de Inscrição: até 15 de Julho de 1998.

Informações:

Cidade Universitária de Caxias do Sul
Coordenadoria de Pós-Graduação - Bloco A - sala 331
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 B. Petrópolis
95070-560 - Caxias do Sul - RS
Fone/Fax PABX (054) 212 1133

VISITE A MAIS NOVA LIVRARIA VIRTUAL DA REDE



Nosso endereço: <http://www.unb.br/edu> - EMail: editora@unb.br

Pós-graduação na UERJ

MESTRADO E DOUTORADO

CENTRO DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES

Ciências do Desporto, Educação, Letras, Psicologia, Psicanálise

CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS

Análise de Bacias: Formação, Preenchimento e Tectônica
Modificadora; Engenharia de Computação; Física; Modelagem
Computacional; Design

CENTRO BIOMÉDICO

Biologia, Enfermagem, Medicina, Microbiologia, Morfologia,
Odontologia e Saúde Coletiva

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Ciências Contábeis, Ciências Sociais, Direito, Filosofia e História

Criatividade e mobilidade fazem da UERJ uma Universidade sintonizada com a realidade de seu tempo.

E essas características estão presentes em seus 63 cursos de especialização, 35 de mestrado e 14 de doutorado.

A Universidade conta, em seu quadro de professores, com 508 doutores e 760 mestres. São mais de cem grupos de pesquisa estabelecidos, em diversas áreas do conhecimento.

ESPECIALIZAÇÃO

BIOLOGIA Avaliação, Planejamento e Gerenciamento Ambiental, Ensino de Ciências, Histologia e Embriologia

COMUNICAÇÃO Comunicação e Espaço Urbano, Jornalismo Cultural, Pesquisa de Mercado e Opinião Pública

DIREITO Direito Especial da Criança e do Adolescente, Administração Pública, Treinamento em Serviço – Modalidade de Residência Jurídica

EDUCAÇÃO Educação nas Áreas Administração/Planejamento e Supervisão/Orientação, Educação e Reeducação Psicomotora, Altas Habilidades, Dificuldade de Aprendizagem: Prevenção e Reeducação, Magistério para Alunos Portadores de Deficiências Múltiplas, Orientação Educacional, Metodologia do Ensino de 1º e 2º graus, Metodologia do Ensino em Língua Portuguesa, Metodologia do Ensino em Literatura Brasileira, Metodologia do Ensino Fundamental e Médio, Teoria da Arte: Fundamentos e Práticas Artísticas, Educação com Aplicação da Informática, Metodologia do Ensino Superior

ENFERMAGEM Administração de Serviço de Enfermagem, Enfermagem Ginecológica, Enfermagem da Mulher e Obstetrícia Social, Enfermagem Neonatal, Enfermagem Intensivista, Enfermagem na Saúde da Família e da Comunidade

ENGENHARIA Engenharia Econômica e Organização Industrial, Engenharia Mecatrônica e Engenharia Sanitária e Ambiental

Filosofia e Ciências Humanas Filosofia Contemporânea, História das Relações Internacionais, Sociologia Urbana

GEOCIÊNCIAS Projeto de Análise de Bacias, Climatologia e Políticas Territoriais no Estado do Rio de Janeiro

HISTÓRIA História do Brasil

LETRAS Língua Inglesa, Língua Portuguesa, Língua Espanhola Instrumental para Leitura, Língua Italiana, Linguística, Literatura Brasileira, Literatura Portuguesa, Literaturas de Língua Inglesa, Teoria da Literatura, Língua Francesa-Tradução, Linguística Aplicada à Educação de Surdos

MATEMÁTICA/ESTATÍSTICA Aprendizagem em Matemática, Ciência da Computação, Computação Gráfica e Multimídia, Geometria Aplicada à Representação Gráfica

MEDICINA Angiologia, Cirurgia Geral, Cirurgia Plástica, Dermatologia, Médico de Família, Neurologia, Psicologia Médica, Psiquiatria, Tisiologia e Pneumologia, Administração Hospitalar

NUTRIÇÃO Nutrição na Área de Oncologia

ODONTOLOGIA Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, Dentística Restauradora, Endodontia, Odontopediatria, Ortodontia, Periodontia, Prótese Dental e Radiologia

PSICOLOGIA Psicopedagogia Clínica, Psicologia Clínica, Psicologia Jurídica e Clínica Psicanalítica

QUÍMICA Química Ambiental

SERVIÇO SOCIAL Serviço Social e Saúde, Políticas Sociais



Informações: 587-7488,
depg@uerj.br, <http://www.uerj.br>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

UFRN
40 ANOS

Administração

Nível: Mestrado

Áreas: Administração de Recursos Humanos
Políticas Públicas

Endereço: Centro de Ciências Sociais e
Aplicadas UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153499 e 2153536

Educação

Nível: Mestrado e Doutorado

Áreas: Estado, Política e Educação
Educação, Ciência e Tecnologia Educação
Básica Educação e Comunicação
Educação e Representação Social

Endereço: Centro de Ciências Sociais e
Aplicadas UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153519 e 2119222

Ciências Sociais

Nível: Mestrado

Áreas: Desenvolvimento Regional Cultura e
Sociedade

Endereço: Centro de Ciências Humanas,
Letras e Artes UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153559 e 2153556

Estudos da Linguagem

Nível: Mestrado

Áreas: Linguística Aplicada Literatura
Comparada

Endereço: Centro de Ciências Humanas,
Letras e Artes UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153584 e 2119212

Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado

Áreas: telecomunicações Sistemas de
Energia Elétrica Engenharia de
Computação e Automação

Endereço: Centro de Tecnologia UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153767 e 2153732

Engenharia Mecânica

Nível: Mestrado

Áreas: Tecnologia dos Materiais Especiais e
Estruturas Mecânicas Termociências
Gerência da Produção

Endereço: Centro de Tecnologia UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153768 e 2153768

Engenharia Química

Nível: Mestrado e Doutorado

Áreas: Tecnologia Química
Desenvolvimento de Processos Engenharia
das Reações Químicas

Endereço: Centro de Tecnologia UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153769 e 2153770

Sistemas e Computação

Nível: Mestrado

Áreas: Sistemas Distribuídos Sistemas de
Apoio à Decisão

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153817 e 2153781

Física

Nível: Mestrado e Doutorado

Áreas: Astronomia e Astrofísica Física da
Matéria Condensada - Geofísica

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153793 e 2153791

Química

Nível: Mestrado

Áreas: Físico-química - Química

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153825 e 2153781

Geociências

Nível: Mestrado

Áreas: Geologia Econômica

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153809 e 2153806

Geodinâmica e Geofísica

Nível: Mestrado

Áreas: Geodinâmica Geofísica
Geodinâmica e Geofísica

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153831 e 2153806

Engenharia e Ciência dos Materiais

Nível: Doutorado (em implantação)

Áreas: Materiais Metálicos Materiais Não
Metálicos

Endereço: Centro de Ciências Exatas e da
Terra UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153794 e 2153781

Bioecologia Aquática

Nível: Mestrado

Áreas: Bioecologia Aquática

Endereço: Centro de Biociências UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2154433 e 2119227

Psicobiologia

Nível: Mestrado e Doutorado (em
implantação)

Áreas: Comportamento Animal

Endereço: Centro de Biociências UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153409 e 2119206

Genética e Biologia Molecular

Nível: Mestrado

Áreas: Genética e Biologia Molecular
Animal Genética e Biologia Molecular
Vegetal

Endereço: Centro de Biociências UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153424 e 2153402

Bioquímica

Nível: Mestrado

Áreas: Bioquímica

Endereço: Centro de Biociências UFRN
59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153418 e 2119208

Clínicas Odontológicas

Nível: Mestrado

Áreas: Clínicas Odontológicas

Endereço: Centro de Ciências da Saúde
UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2154113 e 2154101

Patologia Oral

Nível: Mestrado e Doutorado

Áreas: Patologia Oral

Endereço: Centro de Ciências da Saúde
UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2154138 e 2154101

Odontologia Social

Nível: Mestrado

Áreas: Odontologia Social

Endereço: Centro de Ciências da Saúde
UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2154134 e 2154101

Enfermagem

Nível: Mestrado

Áreas: Enfermagem na Assistência à Saúde

Endereço: Centro de Ciências da Saúde
UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2153432 e 2212617

Medicina

Nível: Mestrado

Áreas: Tocoginecologia

Endereço: Centro de Ciências da Saúde
UFRN 59072-970 Natal RN

Fone/fax: (084) 2154220 e 2154206

CHEGOU Ciência Hoje na Escola



as suas aulas
ficarão
mais ricas
e animadas!



São artigos
e experiências
reunidos
por temas
curriculares
publicadas na



Ciência Hoje das Crianças

Envie sua correspondência para **Ciência Hoje** • Av. Venceslau Brás, 71, casa 27
CEP 22290-140 Rio de Janeiro • RJ • ou para o fax (021) 541-5342

LIGUE GRÁTIS 0800 264846 • Ch on-line <http://www.ciencia.org.br>

global
EDITORA

DISTRIBUIÇÃO NACIONAL
PROCURE NA SUA LIVRARIA

CIÊNCIA HOJE NA ESCOLA é da SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

BACTÉRIAS ULTRA-RESISTENTES

“Não existe antimicrobiano para o qual a bactéria não tenha desenvolvido resistência.” Watanabe, 1971



UMA GUERRA QUASE PERDIDA

A descoberta da penicilina e de outras drogas, naturais ou sintéticas, fez a humanidade acreditar que tinha armas definitivas para vencer a 'guerra' contra as bactérias causadoras de doenças. Mas elas vêm reagindo de modo surpreendente. A cada momento surgem bactérias mais resistentes a drogas, algumas quase invulneráveis, tornando-se uma grave ameaça à saúde humana. Para enfrentar as superbactérias, é preciso conhecer a fundo as origens e os mecanismos envolvidos nessa poderosa resistência.

Edmar Chartone de Souza

*Departamento de Biologia Geral,
Universidade Federal de Minas Gerais*

O APARECIMENTO de resistência a antibióticos e outras drogas antimicrobianas foi, e é provavelmente continuará a ser um dos grandes problemas da medicina, porque é causada pelo que há de mais natural e essencial para a origem e evolução não só das bactérias, mas de todos os seres vivos: "Mutação espontânea e recombinação de genes (reprodução), que criam variabilidade genética sobre a qual atua a seleção natural, dando vantagem aos mais aptos." As drogas atuam como agentes seletivos, favorecendo as raras bactérias resistentes presentes na população de um determinado ambiente.

Entre os fatores que favorecem a seleção e a disseminação de genes de resistência aos antimicrobianos, estão: o uso abusivo das drogas (em hospitais e consultórios), a venda livre, a exposição das bactérias a outros agentes seletivos (como o mercúrio), os pacientes imunodeprimidos (como os que têm Aids e os transplantados) e o uso de antibióticos em ração animal, além da facilidade e velocidade dos meios de transporte.

A situação é preocupante porque, apesar do esforço científico para descobrir drogas e modificar as já existentes, usando modernas tecnologias, chega-se ao fim do século e do milênio com dificuldades para encontrar novos antibióticos. As penicilinas já estão na sexta geração, as cefalosporinas na quarta e as quinolonas na terceira. Além disso, velhas e conhecidas bactérias causadoras de doenças, supostamente dominadas, estão se tornando resistentes às drogas mais indicadas para combatê-las.

A resistência aparece porque o genoma bacteriano é extremamente dinâmico, embora pequeno e econômico. Em geral, as atividades essenciais de uma bactéria são codificadas por um só cromossomo, e as não-essenciais, como a defesa contra drogas e a transferência gênica, que levam à recombinação, são codificadas por elementos móveis

(plasmídios, transposons e integrons), que não fazem parte do cromossomo. Codificar uma atividade significa conter – e expressar – a informação necessária para que esta se realize. Graças à biologia molecular, essas estruturas e suas atividades são hoje mais bem conhecidas.

Cromossomos bacterianos vêm sendo seqüenciados, com ênfase para os elementos móveis ou mobilizadores. Muitos genes de resistência, principalmente os situados em plasmídios e transposons, foram clonados e seqüenciados, entre eles os que codificam enzimas, como transferases e betalactamases, que alteram ou degradam drogas. Foram encontrados, por exemplo, cerca de 20 mutantes para um só gene que codifica uma certa betalactamase (tais enzimas degradam antibióticos betalactâmicos, como a penicilina). Isso indica que será muito difícil obter substâncias que inibam a atuação dessa enzima. Essa alta variabilidade é observada também em outras enzimas.

Em resumo, sabe-se que uma bactéria torna-se resistente, por mutação ao acaso de genes cromossômicos ou presença de genes extracromossômicos, quando passa a dificultar ou impedir o encontro da droga com seu 'alvo' dentro – ou no envoltório – da própria bactéria. Isso pode ocorrer por alteração, substituição ou superprodução do alvo, por modificação ou inativação da droga por enzimas e por inibição da permeabilidade e fluxo da droga (diversas são 'bombeadas' para fora logo após entrarem na bactéria).

Embora a maneira efetiva de combater a resistência seja evitar o uso excessivo das drogas, para reduzir a seleção de bactérias resistentes, a biologia molecular pode ser muito útil ao permitir a inversão dos métodos comuns de obtenção de antimicrobianos. Nessa inversão, seriam identificados de início os alvos do medicamento ou os fatores envolvidos em sua entrada na célula, e só depois sintetizadas as drogas adequadas.

A RESISTÊNCIA TEM A IDADE DAS DROGAS

A penicilina, descoberta em 1928 pelo médico inglês Alexander Fleming (1881-1955), e a sulfá, obtida em 1935 pelo químico alemão Gerhard Domagk (1895-1964), só passaram a ser largamente usadas no início dos anos 40, em plena Segunda Guerra. Essas drogas geraram um otimismo exagerado: pela primeira vez, a medicina tinha armas tão poderosas ('balas mágicas') para combater agentes infecciosos. Até então, o sistema imunológico defendia sozinho o organismo. Estima-se que, antes da era dos antibióticos, oito em cada 10 casos de infecção grave levavam à morte.

Entretanto, e infelizmente, os primeiros relatos de resistência bacteriana surgiram junto com os antimicrobianos (que incluem antibióticos, sintetizados por seres vivos, e produtos sintéticos ou semi-sintéticos). A bactéria *Staphylococcus aureus*, na época o principal agente de infecção hospitalar da Inglaterra, logo apresentou resistência à penicilina. Outros antibióticos (estreptomicina, clo-ranfenicol, tetraciclina) foram lançados, e de novo ocorreu resistência, em *S. aureus* e outras bactérias. Os geneticistas tentaram explicar a origem do problema, óbvia hoje mas polêmica na época, sugerindo que a droga eliminava as bac-

térias sensíveis e selecionava os raros mutantes naturais resistentes, que formavam nova população (figura 1).

À medida que novas drogas eram usadas, dos anos 40 até os dias atuais, a resistência aumentou em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas – esses dois grandes grupos têm características distintas e foram diferenciados pelo médico dinamarquês Hans Christian Gram (1853-1938). O aumento da resistência tem levado pesquisadores e indústrias à busca de drogas novas e mais ativas, com investimentos crescentes. Mas, como é cada vez mais raro descobrir fungos e bactérias que produzam novos grupos de antibióticos, a prioridade passou a ser a síntese de novas drogas, ou o 'rejuvenescimento' (melhoria) das já existentes, alterando-se as fórmulas originais. Estão em uso hoje, além dos ainda eficazes na formulação original, mais de 100 modernos antimicrobianos: novas gerações de penicilinas, cefalosporinas, quinolonas, aminoglicosídeos e outros.

O RETORNO DE VELHAS BACTÉRIAS

Apesar de toda a tecnologia, não há motivo para muito otimismo. Às portas do século 21, bactérias tidas como já controladas estão voltando a causar

grandes problemas epidemiológicos e hospitalares (ver 'Bactérias que preocupam'). Por outro lado, alguns patógenos – como *Streptococcus pyogenes*, agente da febre reumática e outros males, e *Treponema palidum*, agente da sífilis – continuam sensíveis à droga de primeira escolha, a penicilina.

A situação lembra uma corrida: os antimicrobianos partiram na frente das bactérias, sofreram algumas ultrapassagens, voltaram eventualmente à dianteira, mas estão ficando para trás neste fim de século. O mais grave é que, hoje, o desenvolvimento de resistência, por certas bactérias patogênicas, incluindo algumas 'velhas conhecidas', é mais rápido que a capacidade da indústria para produzir novas drogas. Além disso, surgiram novos patógenos oportunistas, em sua maioria multirresistentes, e 'velhos' genes de resistência foram transferidos para novas bactérias.

A IMINÊNCIA DE UM DESASTRE

Entre as 'velhas' bactérias que voltam a se tornar perigosas destaca-se *S. aureus*, um poderoso agente de infecção hospitalar. Algumas linhagens (novas populações) isoladas em hospitais, chamadas de *methicillin* (ou *multiple*) *resistant S. aureus* (MRSA), são imunes a todas as drogas disponíveis, exceto à vancomicina, o que significa risco iminente para a humanidade. A situação é ainda mais crítica porque alguns enterococos, aparentados dessa bactéria, já adquiriram resistência à vancomicina em casos clínicos, e o gene dessa resistência – contido em um plasmídeo R (de resistência) – já foi transferido, em laboratório, para *S. aureus*. Felizmente, o plasmídeo R transferido mostrou-se instável e não se fixou na bactéria receptora.

O Laboratório de Genética de Microorganismos, da Universidade Federal de Minas Gerais, com mais de 20 anos de experiência em mutação e transferência gênica bacteriana, vem pesquisando a possível presença de genes mutantes

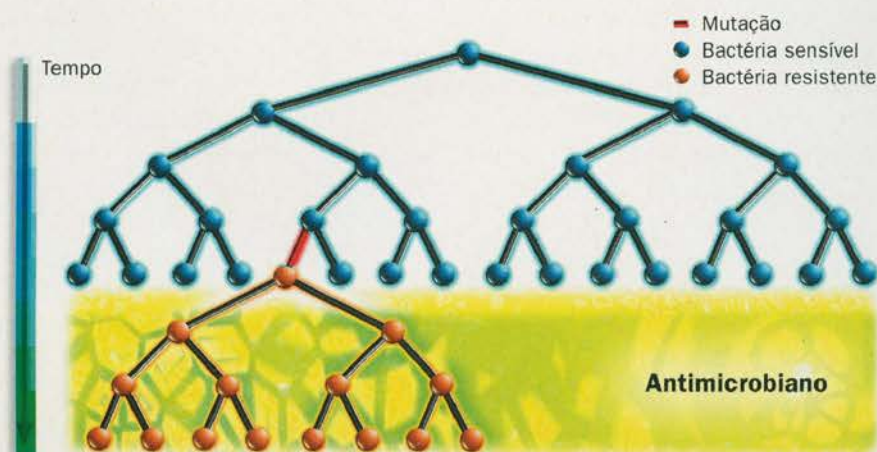


Figura 1. As bactérias sensíveis (em azul), ao se multiplicarem, dão origem, por mutação espontânea (ao acaso), a linhagens resistentes (em laranja), que sobrevivem à droga e formam novas populações

AS BACTÉRIAS QUE PREOCUPAM

Os maiores problemas de resistência a antimicrobianos são constatados em algumas bactérias capazes de causar sérios prejuízos ao organismo humano:

BACTÉRIAS	RESISTÊNCIA A ANTIMICROBIANOS	DOENÇAS PRINCIPAIS	ONDE E QUEM ELA ATACA
<i>Staphylococcus aureus</i>	Todos, com exceção da vancomicina	Infecção de feridas, sistêmicas, endocardite	Hospitais, comunidade: crianças e adultos
<i>Enterococcus</i>	Vancomicina, aminoglicosídeos, cefalosporinas, eritromicina, penicilinas, tetraciclina	Infecção de feridas sistêmicas, endocardite	Hospitais
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Aminoglicosídeos, isoniazida, rifamicina, pirazinamida, entabulol	Tuberculose	Comunidade: imunocomprometidos (Aids) crianças e adultos
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Aminoglicosídeos, penicilina, cefalosporinas, cloranfenicol, eritromicina, tetraciclina, trimetoprim	Pneumonia, meningite,	Hospitalar, comunidade: Aids, crianças, idosos e adultos são
<i>Haemophilus influenzae</i>	Cloranfenicol, penicilina, tetraciclina, trimetoprim	Meningite, pneumonia	Comunidade hospitalar
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Penicilina, tetraciclina, espectinomina	Gonorréia (sexualmente transmitida)	Comunidade
<i>Shigella dysenteriae</i> (e outras enterobactérias)	Ampicilina, tetraciclina, trimetoprim	Infecções intestinais, diarreias e outras	Hospitalar (idosos e outros)
<i>Pseudomonas</i> spp.	Imipenem e quase todos os outros	Infecção de feridas, pneumonia, queimados, sistêmica e trato urinário	Hospitalar (imunocomprometido)
<i>Bacteroides</i> spp.	Tetraciclina, ampicilina, cloranfenicol, clindamicina, quinolonas, metronidazol	Abscessos internos, infecções de feridas trauma abdominal	Hospitalar, idosos

A lista, incompleta, não inclui diversas bactérias que já apresentam problemas de resistência

(para resistência à vancomicina), sejam espontâneos (sem causa aparente) ou induzidos (por radiação ultravioleta), em linhagens multiresistentes isoladas em hospitais e em uma linhagem padrão sensível a drogas (tese de mestrado de Valéria Pinheiro di Salvio). O objetivo é alertar para o possível surgimento dessa resistência na clínica médica. Já foram detectados, por exemplo, mutantes com cerca de cinco vezes o nível de resistência da bactéria original, confirmando os raros casos relatados no exterior, e também a presença de um halo de inativação da vancomicina, em torno das colônias, maior nos mutantes obtidos que nas bactérias originais.

A presença desse halo significa que a bactéria, ao ser incubada e crescer em um meio de cultura sólido, crescido de

vancomicina, sintetiza e lança fora da colônia um produto que inativa o antibiótico. O problema é sério: o surgimento na clínica médica de linhagens de *S. aureus* resistentes à vancomicina (e já há relato preliminar desse tipo de resistência) significa um retrocesso à era pré-antibiótica, pelo menos para essa bactéria. Infelizmente, o uso dessa droga nos hospitais é crescente e exagerado.

AS CAUSAS DE TANTA RESISTÊNCIA

Estima-se que as bactérias tenham surgido na Terra há cerca de 3,5 bilhões de anos, em ambiente hostil: temperaturas altíssimas, radiações ultravioleta e cósmicas, tempestades e falta de nutrientes. Elas superaram tudo e evoluíram para ocupar hoje todos os habitats, até

aqueles de condições mais extremas. Podem viver com oxigênio ou sem ele, e algumas adaptam-se às duas situações. Uma (as fotossintetizadoras) usam energia do Sol, como cianobactérias, e outras (as quimiolitotróficas) a retiram de rochas, como tiobacilos. Certas espécies precisam de matéria orgânica já pronta para seu metabolismo, outras são parasitas de outros seres vivos.

Embora tão diversificadas, as bactérias surgiram e evoluíram com sucesso por serem 'pequenas, econômicas e eficientes'. Elas não têm – excetuando os flagelos – as organelas presentes nas células dos eucariotos (que têm núcleo verdadeiro), mas podem realizar as mesmas funções por contarem com as enzimas apropriadas. Sua grande capacidade de adaptação, que provavel-

mente permitiu sua 'eficiente' evolução, está associada à estrutura genômica, que garante a troca rápida de genes dentro e entre as bactérias, usando para isso elementos não-cromossômicos: plasmídios, transposons, integrons (figura 2) e, às vezes, até bacteriófagos. Estes últimos destroem as bactérias hospedeiras, mas podem carregar e espalhar genes bacterianos.

A causa primária da resistência a drogas é essa capacidade de adaptação ao novo ambiente (hostil), graças à variabilidade genética gerada por mutação e por mecanismos de transferência de genes. Assim, já que é difícil controlar as causas da variabilidade, por serem tão naturais e espontâneas, deve-se pelo menos tentar reduzir ou eliminar as vantagens dos variantes bacterianos nocivos ao homem.

O uso abusivo dos antimicrobianos contribui para aumentar a pressão seletiva dessas drogas, criando ambientes muito favoráveis às bactérias resistentes (figura 3). Nos hospitais, por exemplo, além da alta pressão das drogas, há certo relaxamento na higiene (limpeza do ambiente e das mãos, uso de máscara e luvas). Também favorecem o surgimento da resistência a indicação indiscriminada de drogas por médicos particu-

res, a automedicação de pacientes, o enorme uso desses produtos como aditivo em ração animal (principalmente para aumentar o peso), as prescrições veterinárias e o consumo de alimentos animais e vegetais 'aditivados'.

Há riscos ainda em certos produtos da engenharia genética. A 'tecnologia do DNA recombinante', que permite criar organismos transgênicos, quase sempre usa como vetores (transportadores de genes) pequenos plasmídios. Como em geral estes contêm genes de resistência a drogas, o produto final pode ser contaminado. Finalmente, há alguma pressão seletiva natural de muitos antibióticos, porque vários seres vivos (fungos, bactérias e outros) os produzem e liberam no ambiente. Quase todas as bactérias Gram-negativas, por exemplo, independente de indução, produzem pequenas quantidades de betalactamases, talvez como adaptação à presença no ambiente de betalactâmicos (como a penicilina), que inibem a síntese da parede da célula bacteriana.

Acrescente-se ainda que um só gênero de bactérias do solo, o *Streptomyces*, produz mais de 50% dos antibióticos disponíveis no mercado. Para complicar ainda mais, alguns fatores atuais ajudam a resistência a drogas, como a maior

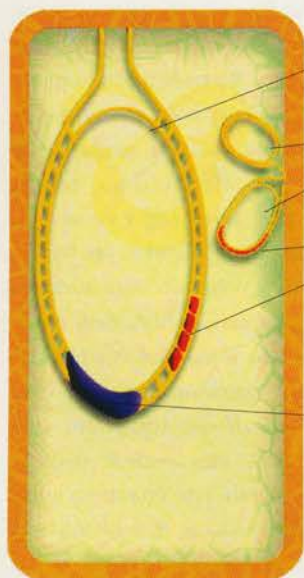
imunodepressão (decorrente de Aids, quimioterapia anticâncer e maior frequência de transplantes) e até os modernos meios de transporte, que facilitam a disseminação de agentes infecciosos.

MECANISMOS GENÉTICO-BIOQUÍMICOS DE RESISTÊNCIA

A resistência bacteriana a drogas pode ser tratada como cromossômica ou plasmidial, conforme a origem dos genes responsáveis. Transposons e integrons não são considerados um terceiro tipo por não se replicarem de modo autônomo (não são 'replicons'). Os integrons situam-se em geral sobre transposons. Já estes podem estar tanto em plasmídios quanto em cromossomos e transferem-se para outro replicon com alta frequência. Os mecanismos de transferência de genes de uma bactéria para outra são a conjugação, a transdução e a transformação (figura 4).

PRIMEIRA ESTRATÉGIA: RESISTÊNCIA CROMOSSÔMICA

Tudo o que evita ou dificulta o encontro da droga com seu 'alvo' gera maior ou menor resistência. Os alvos são em geral proteínas, quase sempre enzimas importantes para o metabolismo da célula



Cromossomo • DNA de fita dupla, em geral circular, que codifica caracteres essenciais: resistência a drogas e outros. Genes cromossômicos podem ser transferidos para outra bactéria por plasmídios, transposons e bacteriófagos.

Plasmídios R • DNA de fita dupla, quase sempre circular. Codificam caracteres não-essenciais: resistência a drogas e outros. Transferem genes próprios e cromossômicos para outra bactéria, e podem ser transferidos por outros meios.

Transposons • Segmentos de DNA de fita dupla, com extremidades repetidas e invertidas. Codificam caracteres não-essenciais. Não são 'replicons' (não autoduplicam). Altamente móveis, transferem-se e ajudam a transferir genes de plasmídios e cromossomos.

Integrons • Segmentos de DNA de fita dupla. Não são 'replicons' (não autoduplicam). Capturam ou liberam 'cassetes' de genes de resistência, e têm promotor forte para expressá-los.

Bacteriófagos • Vírus integrado ao cromossomo bacteriano. Eventualmente transferem genes bacterianos, como os de resistência a drogas.

Figura 2. Nas bactérias, a troca rápida de genes é garantida por sua estrutura genômica. Além dos elementos acima, fragmentos livres de DNA (de cromossomo, plasmídio, transposon e integron, ou presentes em bacteriófagos) também podem ser transferidos



Figura 3. Condições que favorecem a seleção e disseminação de genes de resistência aos antibacterianos

bacteriana (figura 5). Assim, quanto mais específico e estratégico para a célula for o alvo, mais eficaz será a droga. Sabe-se que a resistência cromossômica surge por mutação espontânea, que pode ser a simples troca de um nucleotídeo (unidade básica do DNA ou RNA). Mas a mutação é muitas vezes letal, tornando a bactéria inviável.

A bactéria pode adquirir, após a mutação, resistência cromossômica pela alteração ou superprodução do alvo, mas também por mudanças na síntese de proteínas ligadas à permeabilidade de seu envoltório, o que altera a entrada (ativa ou passiva) e o acúmulo da droga dentro da célula (ou no espaço periplásmico, entre as membranas externa e interna das bactérias Gram-negativas) e assim impede ou dificulta o encontro droga-alvo.

Como o genoma bacteriano é 'pequeno e econômico', admite-se que uma mutação que altere o alvo ou a permeabilidade ajuda a bactéria na presença da

droga, mas não em sua ausência – porque o gene original provavelmente codificava uma função essencial e agora está avariado. Os alvos das drogas betalactâmicas (penicilina, cefalosporina e outras), por exemplo, estão na membrana celular: são proteínas de ligação das penicilinas (PBP), enzimas que sintetizam a fase final da parede bacteriana. Para chegar a elas, tais drogas devem antes atravessar os canais compostos por porinas, proteínas da espessa membrana externa das bactérias Gram-negativas, e o espaço periplásmico, onde ficam armazenadas as betalactamases (enzimas produzidas por essas bactérias).

Assim, a alteração das porinas cria resistência a esses antibióticos, mas pode dificultar a entrada de outras moléculas, nutrientes essenciais ou não, alterando o metabolismo da bactéria. Já a alteração das PBP, também por mutação cromossômica, leva à resistência mas pode prejudicar a síntese da parede bacteriana (catalisada por elas).

Como a resistência cromossômica depende de mutação espontânea, eventualmente, ela é dirigida quase sempre a uma só droga e os genes são transferidos com frequência relativamente baixa. Por isso, seu impacto na clínica médica é menor que o da resistência plasmidial. No entanto, além do surgimento de *Mycobacterium tuberculosis* multirresistente por mutação de genes cromossômicos (há hoje 1 bilhão de infectados, e a tuberculose mata 3 milhões/ano), foram descobertos há pouco novos processos de resistência, como a 'ativação de genes crípticos' (escondidos), que preocupam e atestam o grande potencial de variabilidade genética do genoma bacteriano.

Descobriu-se ainda que o 'efluxo' – o 'bombeamento' de drogas para fora da célula – é um mecanismo de resistência muito mais comum do que se pensava. Codificado por genes situados em cromossomos e plasmídios, o efluxo ocorre em diversas bactérias e com várias drogas (antes, era conhecido apenas para tetraciclina). Células cancerosas de mamíferos podem, após sucessivos tratamentos, usar processo parecido para impedir o acúmulo de produto quimioterápico em seu interior, tornando o tratamento ineficaz.

A ativação de genes crípticos se dá pela mutação do promotor (segmento de DNA ao qual a RNA polimerase se liga para transcrever um gene), ou pela integração de segmentos de inserção (IS) adiante do gene de resistência. Os IS são segmentos de DNA, menores que os transposons, mas com a mesma capacidade de autotransferência para outros replicons. O sistema é econômico, pois só funciona na presença do indutor (a droga).

Exemplos de genes crípticos, que atestam o poder de defesa (e ataque) das bactérias, são o *mar* e o *sox-RS*. Os produtos do primeiro inibem, na presença de antimicrobianos, a ação dos genes que codificam as porinas em bactérias Gram-negativas, gerando resistên-

cia simultânea a várias drogas (tetraciclina, cloranfenicol, salicilato e outras). Esse tipo de resistência cruzada parece ser muito comum em algumas bactérias, como *Pseudomonas*. O segundo gera resistência ao superóxido (substância que participa do sistema imunológico). Como o mar, o sox-RS reduz a expressão das porinas e torna as bactérias simultaneamente resistentes a drogas e ao sistema imune superóxido humano.

Não se pode esquecer os estranhos 'mutantes dependentes de drogas', embora sua importância clínica ainda não tenha sido avaliada. Nesses casos, a presença da droga conserta um erro, provocado geralmente por uma mutação da proteína-alvo. Sem a droga, a bactéria morre. Tais mutantes são encontrados com frequência em *Escherichia coli* (bactéria intestinal comum) exposta a drogas como rifamicinas e estreptomicinas.

Finalmente, deve-se acrescentar, por sua relevância, que bactérias sensíveis podem receber, 'de graça', genes cromossômicos mutantes de bactérias já resistentes, através dos processos de transferência, tornando-se também imunes a uma ou mais drogas.

SEGUNDA ESTRATÉGIA: RESISTÊNCIA PLASMIDIAL

Em 1959, no Japão, foi descoberta uma linhagem de *Shigella* (causadora de infecção intestinal) resistente a estreptomicina, cloranfenicol, tetraciclina e sulfa. Descobriu-se depois que resistia também ao mercúrio inorgânico, e que podia transferir essa resistência múltipla, em alta frequência, para *E. coli*, quando cultivadas juntas, tanto em tubo de ensaio (*in vitro*) quanto no intestino de animais de laboratório (*in vivo*).

Tais achados fugiam aos padrões até então observados na resistência cro-

mossômica (em geral a uma só droga e transferível em baixa frequência). Com base no que já se sabia sobre o plasmídeo F (de fertilidade), da linhagem K12 de *E. coli*, que codificava sua própria transferência, os japoneses propuseram que os quatro genes de resistência da *Shigella* situavam-se em um só plasmídeo R, a que chamaram R100 (figura 6), por serem transferidos em bloco para a *E. coli*.

É interessante observar que desde o achado desse primeiro plasmídeo, que confere resistência a quatro drogas e ao mercúrio, sabe-se que outras fontes de pressão (além dos antimicrobianos) podem selecionar genes de resistência. Em nosso laboratório (tese de mestrado de Yeda Xênia Sant'Ana), observou-se que 26, entre 30 amostras de *Salmonella typhimurium* isoladas de doentes, em Belo Horizonte, eram imunes ao mercúrio inorgânico e a vários antimicrobia-

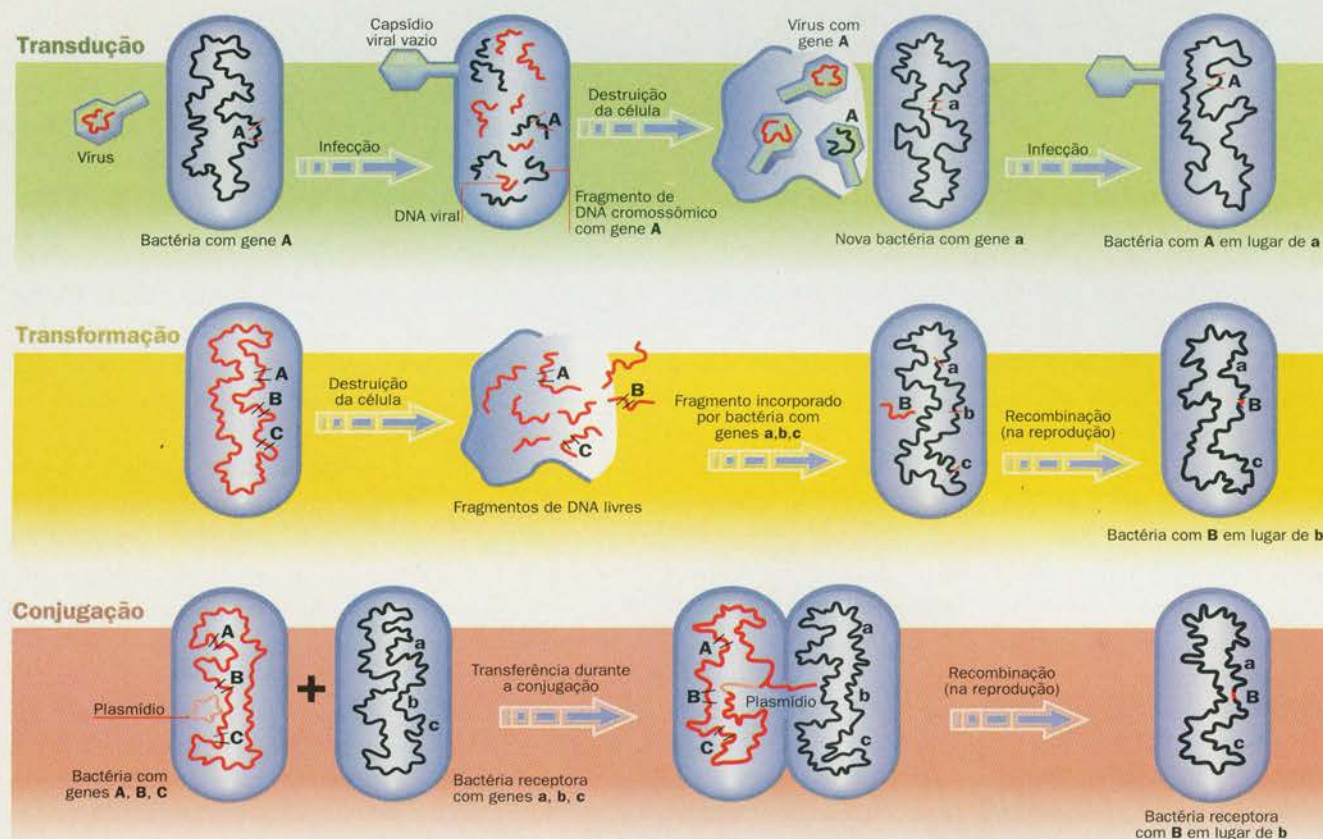


Figura 4. Mecanismos de transferência de genes de resistência (A, B) e outros, situados no cromossomo, de uma bactéria para outra

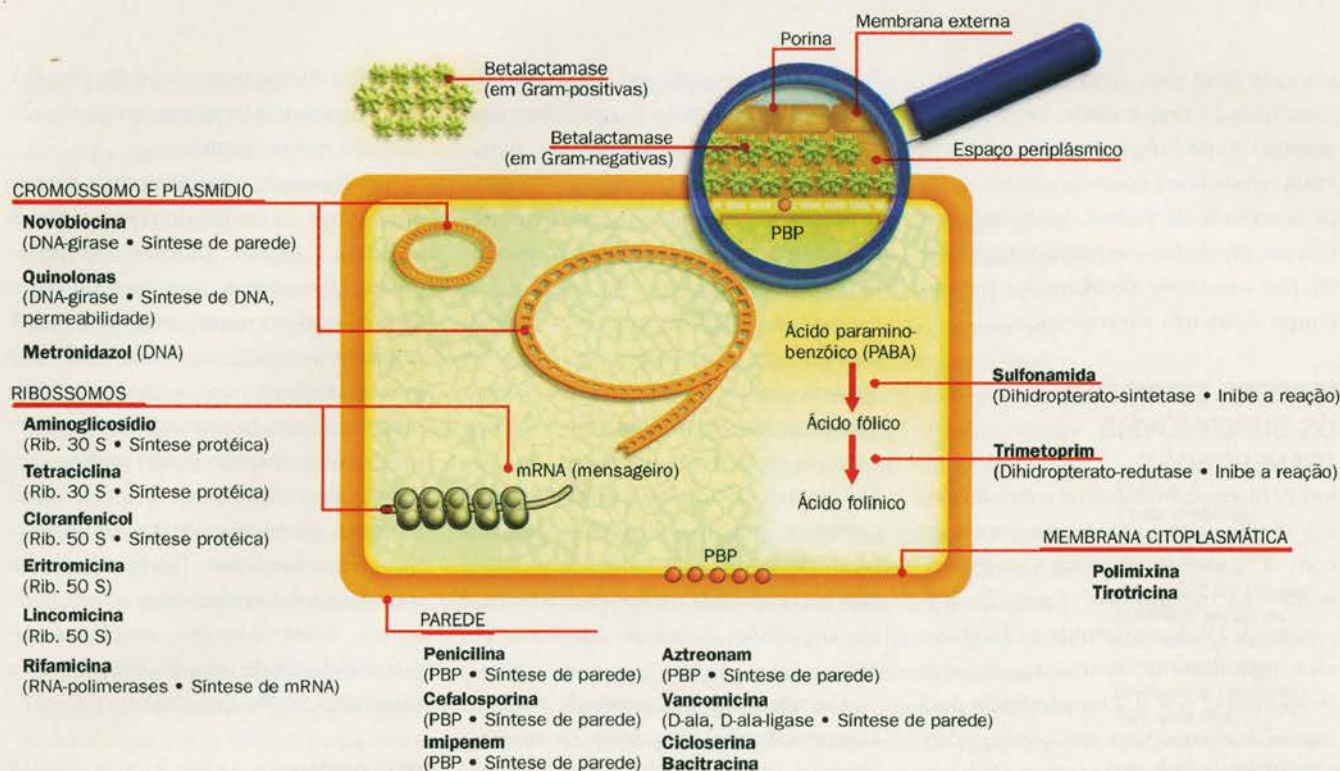


Figura 5. Alvos da ação de algumas drogas na célula bacteriana. Nos parênteses estão os alvos específicos e as funções inibidas pelas drogas

nos. Portanto, o problema da resistência deve ser visto em um contexto ecológico mais abrangente. Nesse aspecto, são importantes medidas como a do governo brasileiro, que há pouco retirou do mercado cerca de 100 produtos que continham mercúrio.

A eficiência da resistência plasmidial e seu possível impacto na saúde humana ficaram evidentes quando se detectou que, além de ser em geral múltipla e altamente transferível, ela pode ser 'promiscua', ou seja, passar para bactérias não-aparentadas geneticamente. O quadro complicou-se ainda mais ao se descobrir que as ações promovidas por genes de resistência plasmidial são muito mais efetivas que as da resistência cromossômica. Isso acontece porque a resistência plasmidial baseia-se, quase sempre, na síntese de enzimas ligadas à decomposição da droga (betalactamases, que degradam betalactâmicos); à sua modificação (transferases, que alteram aminoglicosídeos e outros); ao efluxo (proteína Tet, que transporta para fora a

tetraciclina); à substituição de enzimas 'cromossômicas' que não se ligam às drogas (por dihidropteroato-sintetase, que se liga às sulfas, e dihidrofolato-redutase, que se liga ao trimetoprim); à proteção do alvo (metilase, que impede macrolídeos de atingir seu alvo nos ribossomos); e à redução química (mercúrio-redutase, que atua sobre mercúrio inorgânico).

A resistência plasmidial ao mercúrio inorgânico se dá por sua absorção do ambiente (proteína de transporte), seguida de redução (por ação da enzima mercúrio-redutase) a Hg^0 (mercúrio metálico) e volatilização, pois se torna inivável em meio líquido. Com base nisso, e buscando um processo biotecnológico de despoluição de despejos industriais, nosso laboratório (tese de mestrado de Andréa M. A. Nascimento), em integração com o laboratório de biologia molecular da Universidade de Brasília, clonou em 1985 os genes de resistência ao mercúrio da linhagem BH100 da *E. coli* – primeira clonagem gênica rea-

lizada na UFMG.

Além de codificarem resistência quase sempre múltipla e transferível, os plasmídeos R têm outras características interessantes. Variam de tamanho e número, e diversos tipos podem coexistir em uma mesma bactéria, desde que sejam compatíveis. São conjugativos (quando codificam sua própria transferência) ou não-conjugativos, e estes são mobilizados pelos primeiros. Podem ainda estar ou não-integrados no cromossomo, sendo capazes, no primeiro caso, de transferir genes cromossômicos. Muitos são 'promíscuos', facilitando a disseminação de genes de resistência para espécies não-aparentadas. Alguns aumentam a frequência de mutação para resistência de genes cromossômicos (caso da *E. coli* BH 100, de nosso laboratório), em relação à estreptomicina (tese de mestrado de Márcia O. de Paula e Carlos Alberto B. Fernandes).

Os plasmídeos R também podem codificar, além de resistência, outras características, entre elas produção de bac-

teriocina (letal para outra bactéria) e patogenicidade (capacidade de produzir doença). Uma linhagem de *S. typhimurium* estudada em nosso laboratório (tese de doutorado de Yeda X. Sant'Ana) contém um plasmídio conjugativo (cerca de 95 Kb) capaz de codificar ao mesmo tempo essas três características.

TERCEIRA ESTRATÉGIA: OS SUPERMÓVEIS TRANSPOSONS

Em 1974, descobriu-se que o dinamismo e a eficiência dos plasmídios contavam com a ajuda de elementos surpreendentes: os 'transposons' (figura 7). Segmentos de DNA com grande mobilidade, eles codificam a enzima transposase (responsável por sua transferência para outros 'replicons') e a resistência a drogas, entre outras características. Os transposons podem gerar variações genéticas sem exigir a replicação exata de extensos segmentos de DNA (como nos processos de conjugação, transformação e transdução). Eles são 'promís-

cuos': criam as variações invadindo diversos sítios do DNA hospedeiro, mas às vezes exageram, produzindo mutações letais.

Antes dos transposons, já haviam sido descobertos em bactérias outros elementos transponíveis (os IS), menores e capazes de codificar apenas a própria transferência (via transposase). É preciso lembrar que a presença de elementos transponíveis havia sido proposta nos anos 40 pela norte-americana Barbara McClintock (1902-1992), ao estudar mecanismos genéticos ligados à pigmentação de espigas de milho. A hipótese não foi entendida na época, mas deu a ela o prêmio Nobel de Medicina em 1983.

Grande parte dos genes de resistência considerados plasmidiais ou cromossômicos estão de fato sobre transposons e apresentam as propriedades destes: disseminação rápida dentro de célula ou entre célula. A resistência ao mercúrio codificada pelo primeiro plasmídio descoberto (R100), por exemplo,

situa-se sobre o transposon 21 (Tn 21), que contém um integron, como foi observado recentemente.

Confirmando e justificando a grande mobilidade de genes de resistência em algumas situações, descobriu-se transposons compostos, que contêm vários transposons menores, cada um codificando sua resistência e mantendo sua individualidade para se transpor para outro replicon da mesma ou de outra célula (se conjugativo). São transposons dentro de transposons, ou, em outras palavras, problemas dentro de problemas para a medicina. Talvez alguns dos transposons componentes contenham outros ainda menores, ampliando as possibilidades de seleção, emergência e disseminação de resistência.

INTEGRONS: A MAIS NOVA ARMA

Esperava-se que, com os transposons compostos, as bactérias já tivessem revelado todo o seu potencial de variabilidade genética, mas agora foram descobertos os 'integrons', segmentos de DNA de fita dupla que capturam 'cassetes' de genes de resistência do citoplasma celular e têm promotores fortes para expressá-los. Os integrons codificam uma recombinase responsável por essa captura. A mesma enzima pode, além de capturar genes de resistência, liberá-los. Os integrons mais bem estudados situam-se sobre transposons e precisam, como estes, integrar-se a um replicon para se dividir e se disseminar.

AFINAL, COMO SALVAR OS ANTIMICROBIANOS?

Não existe uma 'receita' simples para resolver o problema da resistência bacteriana a drogas, em especial porque ele se origina no que há de mais essencial no mundo vivo: mutação espontânea, transferência e recombinação de genes, que geram variabilidade genética, sobre a qual atuou e atua o meio ambiente e outros processos evolutivos, criando espécies que habitaram ou habitam a Terra.

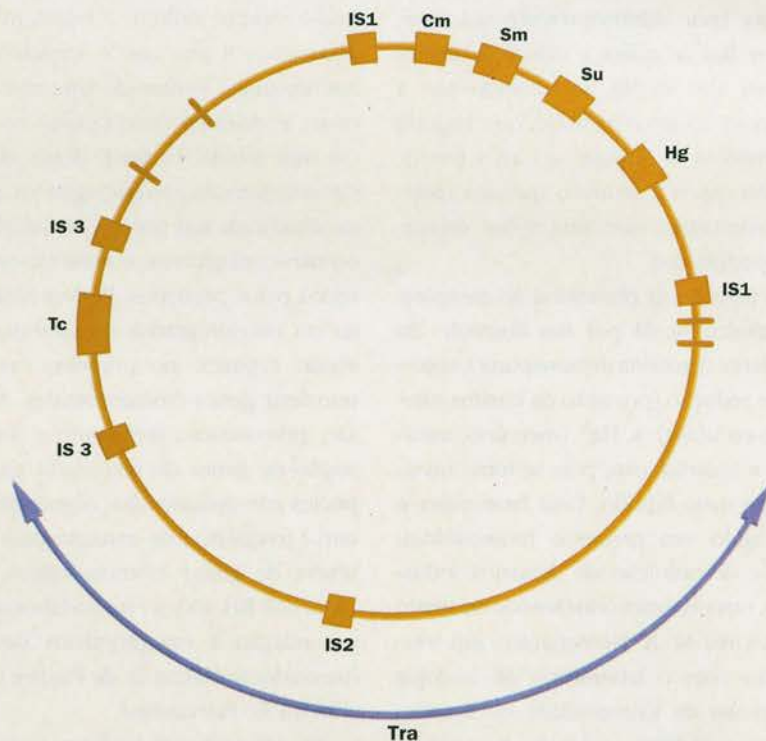


Figura 6. Mapa (simplificado) do R100, primeiro plasmídio de resistência a drogas descrito, com genes de transferência (Tra), de resistência (Cm, Sm, Su, Hg etc.) e de outras funções plasmidiais

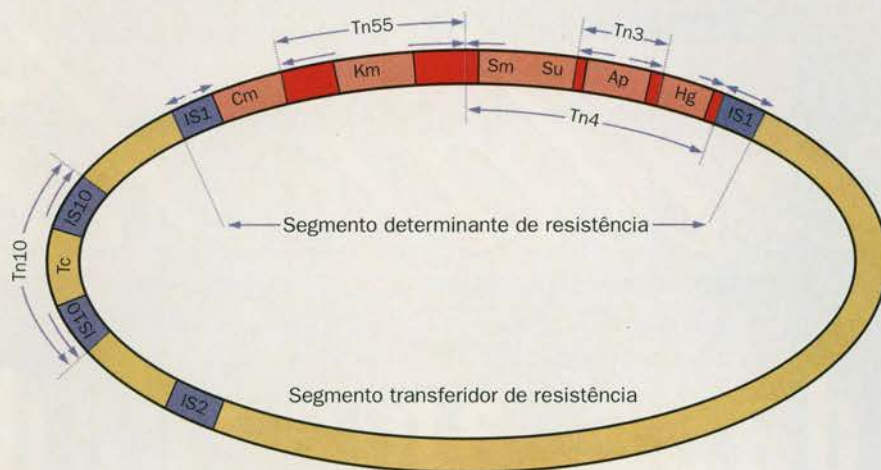


Figura 7. Mapa de plasmídeo R conjugativo: o 'segmento determinante de resistência' contém genes de resistência (Sm, Su, Hg) situados sobre transposons (Tn) compostos, que mantêm a capacidade de transpor em conjunto ou isoladamente

Por isso, são propostas aqui várias medidas, com base em boletins da Organização Mundial de Saúde (OMS), na literatura científica e no conhecimento pessoal. Tais ações não visam resolver, mas remediar, o problema da resistência bacteriana a drogas, e formam dois grupos: 'medidas tecnológicas', que dependem de pesquisas, e 'medidas ecológicas', que reduzem a pressão dos antimicrobianos no ambiente.

MEDIDAS TECNOLÓGICAS

- Estudar a fundo o problema, admitindo que os hospedeiros são geneticamente diferentes quanto ao metabolismo das drogas e quanto à resposta aos agentes infecciosos.
- Continuar a busca de novos antimicrobianos a partir de: (a) microrganismos (embora os resultados atuais com fungos e bactérias sejam desanimadores); (b) produtos animais e vegetais; (c) identificação dos alvos e dos inibidores das drogas (usando técnicas de biologia molecular); (d) detoxificação (desarme) de produtos de comprovada ação antibacteriana, mas tóxica para o hospedeiro (como a bacteriocina). Nessa busca, deve-se estar consciente de que, da detecção de nova droga até a chegada ao mercado têm sido gastos em média 10 anos (a um custo estimado entre US\$ 200 e

300 milhões) e que as bactérias têm respondido com resistência em período muito mais curto.

- Modificar ou 'rejuvenescer' drogas já existentes e protegê-las contra enzimas inativadoras (o ácido clavulânico, por exemplo, liga-se à penicilinase e evita que ela desative a penicilina), levando em conta o grande número de mutantes para cada enzima.
- Inibir a transferência gênica por conjugação (alguns dados preliminares obtidos em nosso laboratório são animadores).
- Obter vacinas, por técnicas convencionais e moleculares, para reduzir o uso dos antimicrobianos.

MEDIDAS ECOLÓGICAS

- Admitir que a resistência bacteriana a drogas é um sério problema de saúde pública, que veio para ficar, por ser baseada na variabilidade genética natural, causada por mutação e recombinação (reprodução), seguida de seleção dos mais adaptados ao ambiente. Isso está de acordo com a regra básica da genética: $F = G + A$, onde F é fenótipo (resistência), G é genótipo (genes do indivíduo) e A é meio ambiente.
- Adotar ações que reduzam o uso dos antimicrobianos em hospitais e outros locais, para evitar seleção de li-

nhagens resistentes e transferência dos genes responsáveis para bactérias (normais e patogênicas), no organismo humano e em outros ambientes. Entre essas ações estão: (a) só usá-los se indispensável, após cuidadoso diagnóstico; (b) realizar antibiogramas (para definir a ação das drogas); (c) criar programas de vigilância hospitalar e comunitária, com rotatividade de drogas; (d) estar alerta (com antibiogramas) para estoques de genes de resistência das microbiotas naturais (aeróbias e anaeróbias); (e) usar vacinas que aumentem as defesas do organismo e reduzam a necessidade de drogas.

Conclui-se, diante do exposto, que para proteger os antimicrobianos da resistência, a longo prazo, é preciso reconhecer o poder genômico das bactérias (seu 'poder de fogo') e adotar estratégia compatível, ou seja, diminuir ao máximo a pressão seletiva, que sempre favorece as bactérias resistentes. Como se percebe, a guerra não está perdida, mas resultados positivos só serão obtidos com uma política de saúde pública bem definida, com a conscientização dos profissionais da área e com a colaboração da comunidade, que para isso deve estar bem informada.

Sugestões para leitura

- AMÁBILE-CUEVAS, C.F., CÁRDENAS-GARCIA, M., & LUDGAR, M. 'Antibiotic resistance', in *American Scientist*, vol. 83 (pp. 321-329), 1995.
- COSTA, S.O.P. 'Aspectos genéticos e clínicos da resistência a drogas', in Azevedo, J.L. (coord.), *Genética de microrganismos em biotecnologia e engenharia genética*, Editora Fealq, Piracicaba, 1985.
- O'BRIEN, T.F. 'The global epidemic nature of antimicrobial resistance and the need to monitor and manage it locally', in *Clinical Infectious Diseases*, vol 24, s. 1, (pp. 2-8), 1997.
- SALYERS, A.A. *Antibiotic resistance transfer in the mammalian intestinal tract: implications for human health, food safety and biotechnology*, Springer Verlag, New York, 1995.
- SPRATT, B.G. 'Resistance to antibiotics mediated by target alterations', in *Science*, vol. 264 (pp. 388-393), 1994.

Açailândia

cidade ameaçada

Nascida nos anos 60, a cidade maranhense de Açailândia cresceu muito rápido. A ocupação desordenada, o corte das florestas e a industrialização mudaram a paisagem e trouxeram problemas. Um deles é a erosão, que assume proporções dramáticas: imensas voçorocas avançam contra ruas e casas e ameaçam boa parte do espaço urbano. As tentativas de controle, feitas pela prefeitura de forma centralizada, não surtiram efeito, indicando que a solução requer nova estratégia, baseada em estudos da origem e natureza do processo erosivo e na adoção de uma gestão urbana compartilhada entre as autoridades e a população atingida.

Antônio José Teixeira Guerra

*Departamento de Geografia,
Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Maria Célia Nunes Coelho

*Núcleo de Meio Ambiente e Núcleo de Altos
Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará*

Mônica dos Santos Marçal

*Universidade Federal do Pará e Universidade Federal
do Rio de Janeiro (pós-graduação em geografia)*

A urbanização do leste da Amazônia é recente. Nas últimas três décadas, as cidades cresceram de modo desordenado e sua população aumentou rapidamente. Por conta da rapidez do processo, a capacidade das administrações locais de oferecer serviços básicos (habitação, saneamento, transporte etc.) e solucionar problemas físicos e socioambientais não acompanhou o aumento populacional. Ao contrário, tais problemas tendem a se agravar com a forte urbanização.

Embora incipiente, a industrialização é hoje uma realidade naquela área amazônica. A transformação da estrutura de produção começou com o Programa Grande Carajás, um conjunto de incentivos fiscais e creditícios lançado pelo governo federal em 1980 para estimular a criação de indústrias nos municípios do corredor da Estrada de Ferro Carajás, construída pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD).

Ao longo da ferrovia, a industrialização estimulada pelo programa vem ajudando a aumentar a pressão demográfica, atraindo para as áreas urbanas desse corredor tanto a população do campo, que na primeira metade dos anos 80 trabalhava no garimpo e/ou em empresas contratadas

pela erosão

pelas estatais CVRD e Eletrobras, quanto a de outras cidades. Além disso, o processo intensificou a poluição dos rios e do ar.

O fluxo de população e a urbanização acelerada e não-planejada, associados à fragilidade do ambiente físico, têm levado a sérios problemas de erosão, cuja solução representa um desafio. Isso acontece na recém-industrializada Açailândia, situada no corredor da ferrovia, no Maranhão (figura 1). Há pelo menos 20 anos a erosão atinge a cidade: as voçorocas, sulcos no solo progressivos e profundos, capazes de destruir casas e outras construções, são comuns na periferia pobre.

O estudo da erosão em Açailândia – através do monitoramento de três das 12 voçorocas existentes na cidade (figura 2) – revelou que tais impactos ambientais decorrem da interação complexa de processos sociais e físicos. Assim, tais impactos não podem ser tratados como apenas físicos ou meramente sociais. O estudo permitiu exibir o contraste entre o 'progresso industrial', simbolizado pelo trem e pelas indústrias de ferro-gusa (guserias), e o quadro urbano marcado pela erosão e pela miséria.

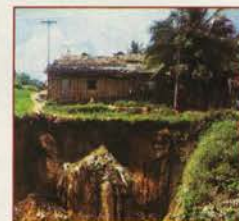
Além de confirmar a gravidade do problema

da erosão em Açailândia e investigar sua origem, natureza e intensidade, a pesquisa questiona as razões da inexistência de uma solução definitiva. Com base nos resultados obtidos, é criticada a ausência de um planejamento urbano descentralizado e ressaltada a necessidade de compartilhar a gestão dos problemas urbanos entre a administração pública e a população.

A evolução da cidade

Açailândia surgiu nos anos 60 como um povoado junto à rodovia Belém-Brasília (BR-010), a partir de alguns postos de gasolina, cabarés e oficinas de consertos para caminhões instalados às margens da estrada. Em seguida, mais afastado da rodovia, apareceu um arruamento irregular, com casebres de palha e/ou madeira. No início, casas de alvenaria eram exceções.

No início dos anos 70, com a construção da BR-222 (que liga a capital, São Luís, ao oeste maranhense), o povoado ficou exatamente no entroncamento entre a nova estrada e a Belém-Brasília, o que acelerou seu crescimento. Em poucos anos essa posição privilegiada tornou a nascente Açailândia importante entreposto comercial para mercadorias que vinham do Norte (Belém),



As voçorocas, sulcos no solo progressivos e profundos, podem destruir casas e outras construções e são comuns na periferia da cidade



Figura 1. Localização do município de Açailândia e vista da cidade, em agosto de 1995, com a rodovia Belém-Brasília em primeiro plano

do Nordeste e do Sudeste, atraindo filiais de empresas de comércio de Imperatriz (MA), a maior cidade nas proximidades. A existência de áreas de floresta também levou muitas madeireiras de Imperatriz a se instalarem em Açailândia.

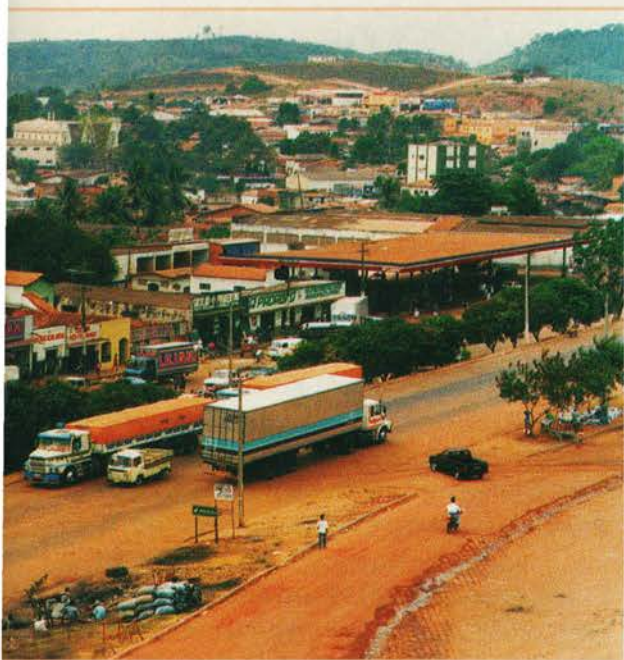
As vantagens da nova cidade ampliaram-se com a construção, em 1980, da ferrovia entre a Serra de Carajás e o porto de Ponta da Madeira (MA), que passa por Pequiá, povoado a 14 km da sede urbana de Açailândia. O trecho Imperatriz-Açailândia de outra ferrovia, a Norte-Sul, inaugurado em 1989, encontrou a ferrovia de Carajás também em Pequiá (estação Açailândia). Isso levou a prefeitura a criar um distrito industrial junto a Pequiá, com toda a infra-estrutura necessária, acelerando o crescimento da população de Pequiá e, particularmente, da própria Açailândia.

Em 1970, a área urbana tinha 2.101 habitantes, mas em 1980 já viviam ali 22.574 pessoas. Na época da luta pela emancipação, a população de toda a área prevista para o município, criado em 1981, era de 52.455 pessoas. A cidade cresceu ainda mais com a redução dos empregos (depois de 1982) nas construções da hidrelétrica de Tucuruí e da ferrovia de Carajás e com a decadência (depois de 1983) do garimpo em Serra Pelada, sul do Pará. A contínua chegada de migrantes ampliou a periferia, e entre 1985 e 1986 o município já abrigava 83.301 pessoas, das quais 30.947 na área urbana.

A instalação de muitas guserias, graças aos estímulos federais, aumentou a migração para Açailândia, tanto de áreas rurais para a urbana quanto de cidades situadas em regiões de ocupação mais antiga do Maranhão, onde a ausência de revitalização reduziu empregos. Em 1989, segundo dados da Superintendência de Combate à Malária (Sucam), a cidade tinha 33.909 habitantes (15.871 na área central e 18.038 na periferia). Em 1995, segundo a Fundação Nacional de Saúde (FNS), que incorporou a Sucam no governo Fernando Collor, viviam na cidade 49.924 pessoas (23.295 no núcleo e 26.629 nos bairros periféricos).

Pequiá, surgido por volta de 1967 como um povoado linear, nas duas margens da BR-222, teve seu destino mudado pela ferrovia da CVRD. Escolhido para sediar o distrito industrial, o povoado perdeu as feições de vila rural, tornando-se uma vila operária. Sua população passou de 847 pessoas em 1970 para 1.264 em 1980, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e de 2.282 em 1989 para 5.256 em 1995, segundo a FNS.

Apesar do esforço dos poderes locais de partilhar o 'desenvolvimento' e o 'progresso industrial', em Açailândia e Pequiá é flagrante o contraste entre o moderno e a miséria. As imensas áreas de pobreza, muitas com extensas cicatrizes de erosão, expressam não só a migração



excessiva e a fragilidade do solo, mas em especial a má gestão socioeconômica e ambiental do espaço urbano. O 'progresso industrial' não inclui a produção equitativa de benefícios sociais, mas mantém tanto a socialização dos custos ambientais da poluição do ar quanto a distribuição desigual dos custos sociais decorrentes da erosão do solo.

Serrarias e guserias

Nos anos 60, acompanhando a Belém-Brasília, vieram os pecuaristas e as serrarias. A partir das retiradas de madeira, as florestas rapidamente deram lugar às pastagens. As primeiras serrarias, filiais de empresas de Imperatriz, chegaram em 1975. Em 1989 havia no município 134 serrarias e madeireiras de pequeno, médio e grande porte, segundo pesquisa encomendada pelo IBGE à Associação dos Trabalhadores da Construção Civil e das Indústrias Madeireiras de Açailândia.

Hoje, a escassez de madeira – só encontrada agora a mais de 100 km – reduziu esse número. Muitas madeireiras já migraram para áreas onde a floresta ainda é abundante, no vizinho Pará ou no distante Amazonas. Mas os pastos em torno da cidade, implantados em áreas desflorestadas, trouxeram mais problemas. De julho a dezembro, as queimadas usadas para 'limpar' esses pastos (eliminar plantas indesejáveis) e os incêndios acidentais aumentam muito a poluição do ar.

As primeiras guserias (Viana Siderúrgica e Siderúrgica do Vale do Pindaré) chegaram ao distrito industrial em 1989. Hoje, atuam no município outras três: Gusa Nordeste, Simara e Gusamar. A presença das guserias intensificou a poluição do ar, que já era grave por conta da queima de resíduos da madeira. Também a partir de 1989, as serrarias – muitas em áreas urbanas – incorporaram a atividade carvoeira, instalando fornos de carvão (chamados 'rabos quentes') para aproveitar seus refugos. Em 1992, 16 madeireiras e serrarias ainda mantinham atividade carvoeira, mas – obedecendo à legislação – sete já tinham se mudado para o distrito industrial de Pequiá, e três eram mantidas no então povoado de Itinga.

As críticas ao uso do carvão vegetal nas guserias e em outras indústrias – apontado como uma das principais causas do aumento da poluição do ar e da devastação florestal – levaram a CVRD a modificar seus interesses e estratégias. Hoje, a mineradora desenvolve um programa de incentivo a pólos de reflorestamento, e a questão ainda em debate é como impedir, face à demanda crescente de carvão, que a floresta restante seja devastada.

A expansão e os contrastes

O espaço urbano em Açailândia vem se expandindo através: (a) da população pobre, que no início invadia o núcleo antigo e agora aloja-se na periferia; (b) dos empresários, ao criar loteamentos

Figura 2. Planta urbana de Açailândia, em 1994, com a localização das serrarias e das voçorocas





Figura 3.
Voçoroca de grandes
proporções,
na periferia
de Açailândia

para a classe média, fazendeiros, profissionais liberais e funcionários graduados de empresas locais; (c) das autoridades, que distribuem lotes com fins eleitoreiros; e (d) da CVRD, que constrói moradias para seus funcionários. Embora a população pobre responda em grande parte pelo crescimento urbano, o planejamento e as decisões sobre a cidade cabem à prefeitura e às associações que reúnem representantes da classe empresarial e da classe média.

A partir das rodovias BR-010 (1960) e BR-222 (1970), a povoação cresceu em direção aos vales dos rios Jacu e Açailândia (figuras 2 e 3). O rápido acúmulo de moradias precárias, associado à falta de infra-estrutura urbana, deu a ela a imagem de uma imensa favela. Em meados dos anos 70, passou a se expandir em meio às serrarias. Estas, junto com a miséria, a prostituição e a poeira, foram responsáveis por uma imagem de desordem e vício.

Em 1984, na agora cidade de Açailândia, ainda era comum ver crianças brincando nas ruas, junto aos esgotos que corriam a céu aberto. A área urbana era tomada pela lama no período das chuvas e pela poeira durante a estiagem. Já na época, a instalação da CVRD no município e a perspectiva de industrialização induziam a prefeitura e os empresários a sanear e até embelezar a cidade. Ruas foram calçadas e surgiram praças. Vizinho ao centro, o bairro de São Francisco cresceu como área saneada para abrigar a classe média.

Longe das áreas sujeitas à erosão mas com sérios problemas de falta de água, como o restante da cidade, surgiram loteamentos também dirigidos à classe média, originando o bairro Nova Açailândia, um reduto de 'bem-estar' do qual a população pobre é excluída. Gradativamente, a Vale do Rio Doce também construiu núcleos residenciais para seus funcionários, um grupo limitado e privilegiado em meio a uma crescente população carente de recursos básicos. Além desses redutos de 'bem-estar', a prefeitura, pressionada pela classe média e pelo empresariado, procurou tornar a cidade cada vez mais independente de sua vizinha, a próspera cidade de Imperatriz.

Problema social e ambiental

Em Açailândia, o risco de erosão está associado à topografia irregular, à composição geológica de formação sedimentar, às chuvas concentradas de inverno, ao aprofundamento dos canais abertos pelo esgoto a céu aberto e à orientação inadequada dos cortes de ruas. Pequenas ravinas evoluem para voçorocas de grandes dimensões, causando desastres, como a derrubada de casas, e ampliando a cada inverno o número de desabrigados.

O primeiro desses desastres ocorreu em 1984, quando 32 famílias tiveram suas casas destruídas e foram transferidas da rua Bandeirante para a área denominada vila Tancredo. Em 1989, ampliada por 'invasões', essa vila também já sofria com a erosão. As invasões de terras urbanas estão na origem da maioria dos bairros ou vilas, como parte da vila Tancredo (1985), a vila Ipiranga (1986) e a vila Bom Jardim (1988).

Em 1994, no início dos trabalhos dessa pesquisa, após intensas chuvas, os problemas erosivos na periferia da cidade se intensificaram; as voçorocas cresceram, avançando mais sobre ruas e casas, até atingir grandes dimensões. Nos bairros periféricos, essas voçorocas servem, muitas vezes, como depósitos de lixo e área de lazer para as crianças (figura 3).

Além de constituir um problema social, as voçorocas afetam o precário abastecimento de água de Açailândia, já que a forte erosão transporta grande carga de sedimentos para os dois cursos d'água – o rio Jacu e o córrego Boa Esperança – que circundam o núcleo da cidade. O assoreamento surgiu há pelo menos 20 anos, quando as serrarias começaram a derrubar a floresta exu-

berante existente nas bordas do planalto cortadas pelos dois cursos d'água. Os locais desmatados serviram como áreas de moradia para a mão-de-obra barata dessas indústrias, sem nenhuma infra-estrutura básica e sujeitas à erosão.

Em Açailândia, o assistencialismo tem sido um empecilho à solução dos problemas sociais e ambientais. A administração e o empresariado local distribuem lotes a segmentos menos favorecidos da população, com fins eleitoreiros. Surgiram assim a vila Capelosa, no final dos anos 80, e em época recente a vila Ildemar (nome do prefeito em 1995).

Efeitos do desmatamento

Açailândia cresceu sobre um planalto sedimentar, na parte oeste da bacia geológica do Parnaíba, em formações rochosas de origem recente. A paisagem mostra formas tabulares ('mesas'), nas bordas das quais há cortes do tipo ravina, além de vales por onde correm cursos d'água. Por causa da alta concentração das chuvas em um curto período, os níveis de água mantêm-se baixos na maior parte do ano, tendência agravada pelo rápido desmatamento decorrente da ocupação humana.

A cobertura vegetal original, de mata ombrófila (árvores da mesma altura), reduzia a velocidade do escoamento superficial. A floresta atenuava os efeitos dos agentes diretos de formação de ravinas e voçorocas, também limitados pela formação de húmus, que garantia a estabilidade do solo ao elevar o teor de agregados. Hoje, a vegetação original está descaracterizada: o corte de espécies de valor econômico, as derrubadas para a formação de pastagens, o avanço da agricultura e a produção carvoeira mudaram a paisagem.

O clima é marcado por temperaturas altas e um regime tropical de chuvas, com uma longa estação seca e outra de chuvas abundantes – concentradas em janeiro, fevereiro e março. Essa concentração leva à formação de crostas na superfície do solo, o que aumenta o volume e a velocidade do escoamento superficial. A composição sedimentar do solo, o excesso de chuvas em poucos meses e a retirada da cobertura vegetal tornaram o relevo altamente suscetível à erosão.

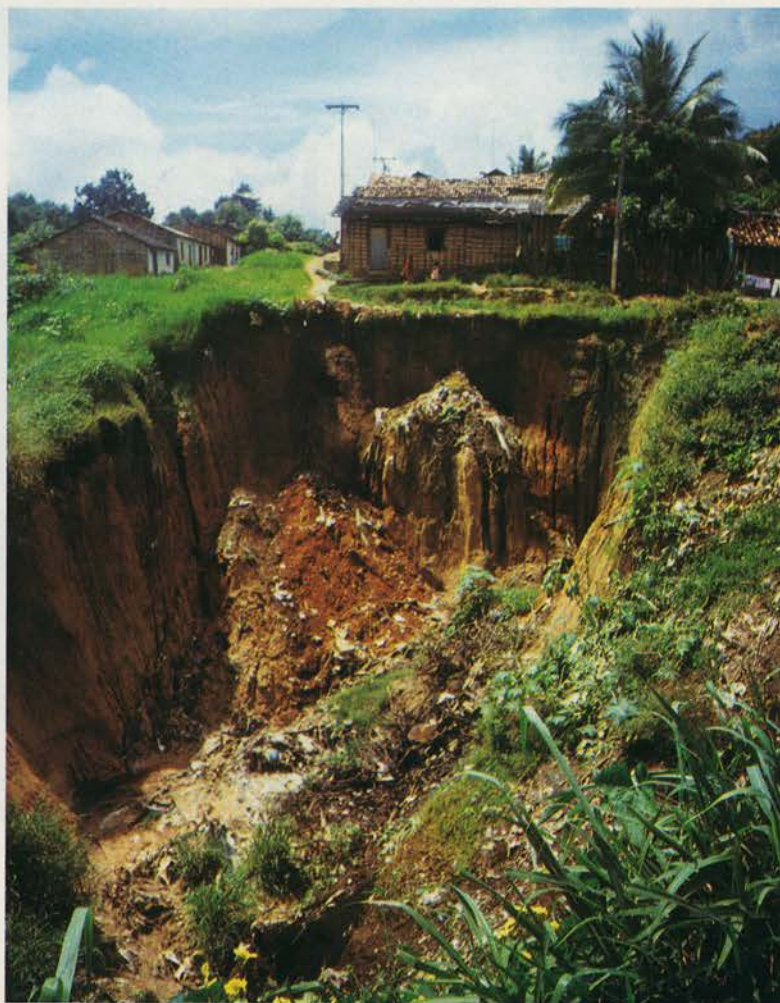
A ocorrência das voçorocas em áreas rurais e urbanas de Açailândia preocupa há muito as

autoridades e a população afetada. Na área rural, as voçorocas e o assoreamento de córregos e rios decorrem do desmatamento e do mau uso do solo, acelerados a partir da construção de rodovias e ferrovias, associados à composição sedimentar e às formas tabulares do relevo, entre outros fatores. Na área urbana, também contribuem para o fenômeno o aumento desordenado da população, a falta de redes de esgotos e de drenagem, o corte mal-feito das ruas e a ausência de um zoneamento que identifique áreas mais suscetíveis à erosão e impeça sua ocupação.

O avanço das voçorocas

Em 1994, o mapeamento da área urbana de Açailândia constatou a presença de 12 voçorocas, principalmente na periferia da cidade. Três delas foram selecionadas para a pesquisa, obedecendo a critérios como facilidade de acesso, presença ou ausência de vegetação e interferência humana direta na área. Optou-se ainda por situações erosivas com características distintas, para avaliar melhor sua origem e evolução. Foram escolhidas a 'voçoroca do Jacu', a 'voçoroca do Eucalipto' e a 'voçoroca Veu-de-noiva'.

Figura 4. Vista da voçoroca do Jacu, com o lixo depositado por moradores e casas ameaçadas de desabamento, em maio de 1995



A primeira, uma das mais antigas, situa-se no bairro periférico do Jacu (figura 4), onde as condições de moradia são as piores possíveis. Ali, várias ruas (como a Pedro Álvares Cabral e a Moamari) foram destruídas por gigantescas e profundas erosões, que evoluem em direção ao centro do bairro. Os primeiros sinais de erosão na área datam aproximadamente de 1983, segundo relato dos primeiros moradores do bairro. Hoje, os sulcos servem como grandes depósitos de lixo para a população.

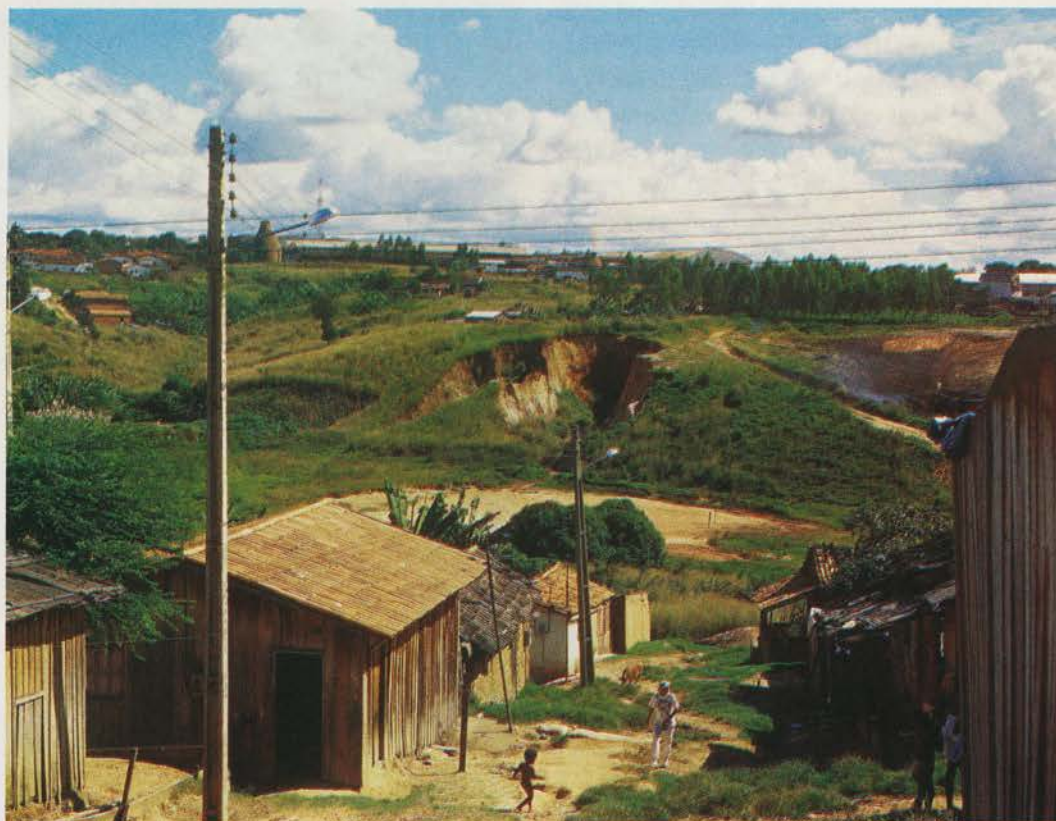
As voçorocas do Eucalipto e Vêu-de-noiva estão na área da serraria Gramacosa, às margens do córrego Boa Esperança, em áreas onde a declividade varia de dois a cinco graus. A do Eucalipto ganhou esse nome porque sua cabeceira foi reflorestada com esse tipo de árvore (figura 5). Já o nome Vêu-de-noiva surgiu a partir do formato assumido pela queda do esgoto saído de um cano que termina em seu interior (figura 6). Esse esgoto vem da serraria e despeja no córrego Boa Esperança, segundo informações locais, um produto químico não-identificado, usado no combate ao cupim – o que pode trazer consequências à população que usa a água do córrego para as

necessidades domésticas. Essas duas últimas voçorocas foram escolhidas para verificar e comparar a força erosiva das águas de escoamento superficial: o solo em que se localizam tem características semelhantes, mas uma delas apresenta alguma cobertura vegetal (cabeceira reflorestada com eucalipto) e na outra não há qualquer cobertura.

O avanço das voçorocas foi monitorado através da fixação de estacas em torno de suas bordas (figura 7), medindo-se as distâncias entre as bordas e as estacas a intervalos de quatro meses (outubro de 1994, janeiro de 1995, maio de 1995 e agosto de 1995). Além disso, análises granulométricas indicaram os teores de areia fina, areia grossa, silte (fragmentos minerais) e argila, e outras análises verificaram os teores de carbono e matéria orgânica e o pH (índice da atividade de íons hidrogênio). Todas as análises foram realizadas pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP).

As análises de amostras obtidas nas três áreas de estudo revelaram solos com altos teores de areia e teores mínimos de matéria orgânica. O teor de areia (fina e grossa) variou de 46,3% – na

Figura 5.
Vista da voçoroca
do Eucalipto,
mostrando
o assoreamento
do córrego
Boa Esperança,
em janeiro de 1995

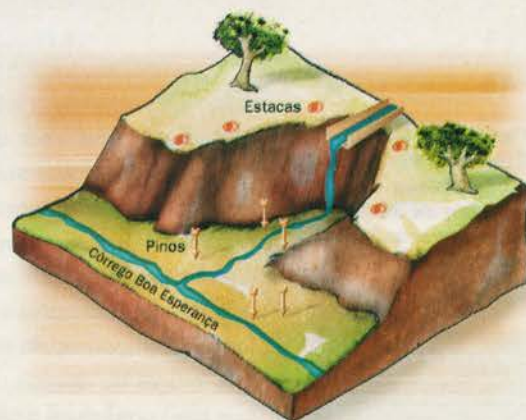


FOTOS MONICA MARÇAL



Figura 6.
Vista da voçoroca
Véu-de-noiva,
em maio de 1995

Figura 7. Esquema
do método utilizado
para medir o avanço
das voçorocas
(o modelo da ilustração
foi a voçoroca
Véu-de-noiva).
As estacas permitem
medir a distância
até as bordas, e com
os pinos é monitorado
o assoreamento



única amostra abaixo de 50% – até 92,2% (figura 8) e o de matéria orgânica ficou entre 0,98% e 3,66% (figura 9). Esses dados comprovam a grande suscetibilidade à erosão. Com menos de 2% de matéria orgânica no solo, caso de seis das 17 amostras, os agregados quebram-se, liberando materiais que preenchem os poros existentes junto à superfície, o que aumenta a densidade aparente e reduz a capacidade de infiltração. Isso favorece o escoamento superficial e, portanto, amplia a capacidade erosiva.

As medições revelaram que, em cerca de um ano, os desmoronamentos avançaram bastante em alguns trechos das voçorocas, atingindo às vezes distâncias de até 50 m. O avanço foi mais

Amostra	Areia fina (%)	A. grossa (%)	Silte (%)	Argila (%)
Voçoroca do Jacu				
1	19,79	26,51	18,08	35,62
2	21,19	35,24	18,22	25,35
3	6,55	85,72	2,73	5,00
4	19,89	35,94	8,73	35,44
Voçoroca do Eucalipto				
1	25,92	51,54	2,28	20,25
2	21,10	58,10	10,71	10,09
3	20,48	63,26	6,62	10,06
4	20,13	64,57	10,21	5,04
Voçoroca Véu-de-noiva				
1	12,14	61,96	5,83	20,07
2	22,17	48,99	13,72	15,12
3	20,13	64,57	10,21	5,09
4	5,10	82,14	7,76	5,00
5	23,36	61,25	9,94	5,45
6	16,39	69,12	9,04	5,45
7	19,60	50,58	9,49	20,27
8	22,95	36,16	5,34	35,55
9	20,34	34,10	35,44	10,12

ANÁLISE: LABORATÓRIO DE SOLOS DA FCAP

Figura 8. Resultados das análises granulométricas (outubro de 1994) das voçorocas estudadas

Amostra	Carbono (%)	Mat. orgânica (%)	H2O (Ph)
Voçoroca do Jacu			
1	1,06	1,83	5,1
2	0,65	1,12	3,3
3	0,17	0,98	4,9
4	1,39	2,39	4,4
Voçoroca do Eucalipto			
1	2,13	3,66	7,4
2	1,23	2,11	5,8
3	0,90	1,55	5,8
4	1,31	2,25	4,4
Voçoroca Vêu-de-noiva			
1	1,23	2,11	5,3
2	0,98	1,69	4,5
3	0,82	1,41	5,3
4	1,64	2,82	5,2
5	1,64	2,82	6,1
6	1,72	2,96	6,0
7	1,64	2,82	6,2
8	1,20	2,25	5,0
9	1,80	3,10	6,0

ANÁLISE: LABORATÓRIO DE SOLOS DA FCAP

Figura 9.
Resultado das análises
de fertilidade
(outubro de 1994)
das voçorocas
estudadas

acelerado na voçoroca do Jacu (figura 10), através de desmoronamentos descontínuos ao longo de sua extensão. A erosão é maior no lado nordeste, o que se deve provavelmente à mudança da constituição do solo nessa direção: redução do teor de silte e aumento do de areia grossa. Ao longo da voçoroca do Jacu também foram obtidos índices de matéria orgânica mais baixos do que nas outras duas, situadas em áreas de menor expansão urbana.

O menor crescimento das voçorocas do Eucalipto e Vêu-de-noiva pode ser atribuído à relativa ausência de moradias nas proximidades. Comparando ambas (figura 11), verifica-se que o desmoronamento por atividade erosiva avançou um pouco mais na Vêu-de-noiva que na do Eucalipto. A diferença decorre em parte da presença da cobertura vegetal, que mesmo sendo de eucalipto reduziu a velocidade do processo, e em parte do teor de areia grossa, de distribuição mais homogênea ao longo da voçoroca Vêu-de-noiva. Por causa da maior presença de vegetação, a voçoroca do Eucalipto apresentou os valores mais elevados de carbono e matéria orgânica no solo, diminuindo a capacidade erosiva.

Figura 10.
Monitoramento
da voçoroca do Jacu,
mostrando o avanço
da erosão

A suscetibilidade à erosão – mesmo ligeiramente reduzida na área com eucalipto – é marcante nos solos estudados. A pesquisa revela que o avanço da erosão pode ser rápido em áreas onde não há vegetação ou onde a ocupação se dá de forma desordenada, sem planejamento e sem infra-estrutura básica. Isso indica que o controle do problema depende de uma consciência pública quanto aos riscos decorrentes dos processos erosivos, através da obtenção e divulgação de informações essenciais. As medidas adotadas pela prefeitura de Açaíândia têm sido ineficazes porque não se baseiam em uma compreensão adequada da origem e natureza da erosão e foram definidas sem a participação de especialistas (de organizações governamentais e não-governamentais) e da comunidade atingida.

Um obstáculo à solução

Como outras cidades brasileiras industrializadas, Açaíândia exibe contrastes: a pobreza e a desigualdade socioespacial convivem com projetos municipais centrados nas classes privilegiadas e decididos sem a participação popular. Esse planejamento urbano centralizado pode ser apontado como uma das principais causas da falta de solução para problemas ambientais que afetam áreas e populações periféricas. Tais populações



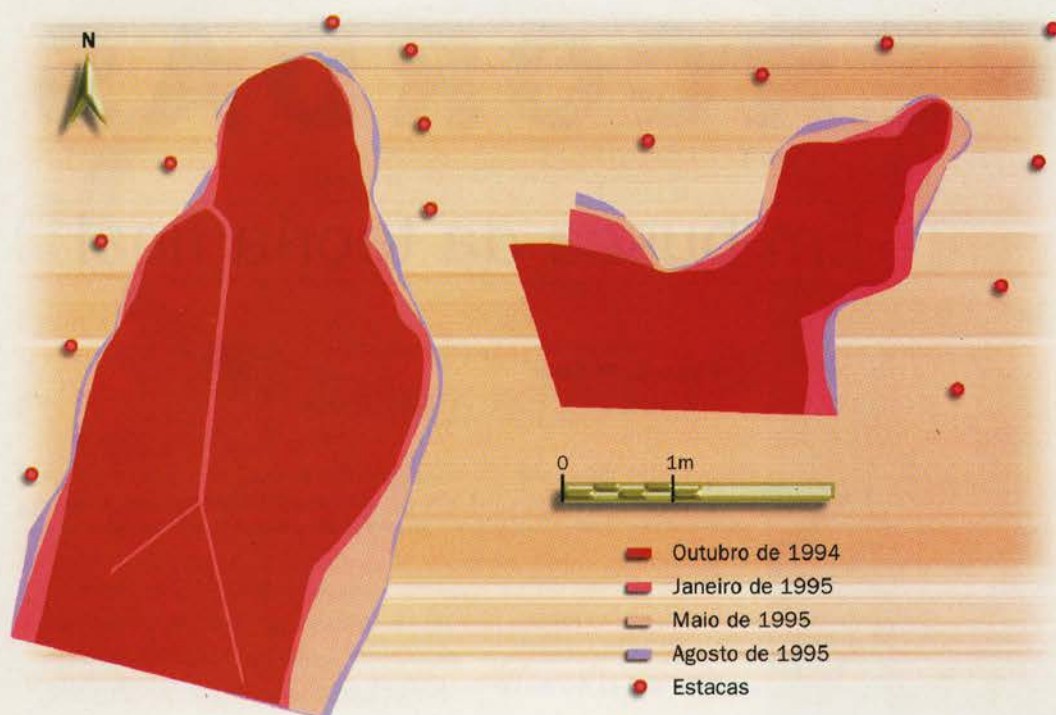


Figura 11.
Comparação
dos monitoramentos
das voçorocas
Vêu-de-noiva
e do Eucalipto

não têm poder decisório no planejamento urbano: não têm como alterar, inverter ou hierarquizar prioridades. A insatisfação com o planejamento centralizado tem levado associações de moradores de bairros periféricos como Jacu e Laranjeiras a reivindicar, cada vez mais, formas democráticas de gestão, que incorporem a participação ativa das comunidades.

Diante dos desafios atuais de Açailândia, propomos a adoção de nova estratégia comunitária: a gestão ambiental compartilhada, ou gestão participativa. A solução dos problemas urbanos exige um sistema complexo de coordenação e de co-gestão, em vez do planejamento centrado no governo estadual ou nas prefeituras. Uma gestão compartilhada permite governar em parceria, envolvendo a prefeitura, associações de bairros, conselhos comunitários, sindicatos e ainda a iniciativa privada. No caso da erosão, por exemplo, a solução requer, além do conhecimento técnico-científico, nova priorização da questão e esforços que englobam desde a prefeitura, gestor ambiental por excelência, até as comunidades organizadas dos bairros afetados.

São muitos os problemas ambientais no município e na cidade de Açailândia. Como em outros locais, a ocupação, a exploração da madeira e a industrialização ocorreram ali de modo desordenado e intenso. Como não poderia deixar de ser,

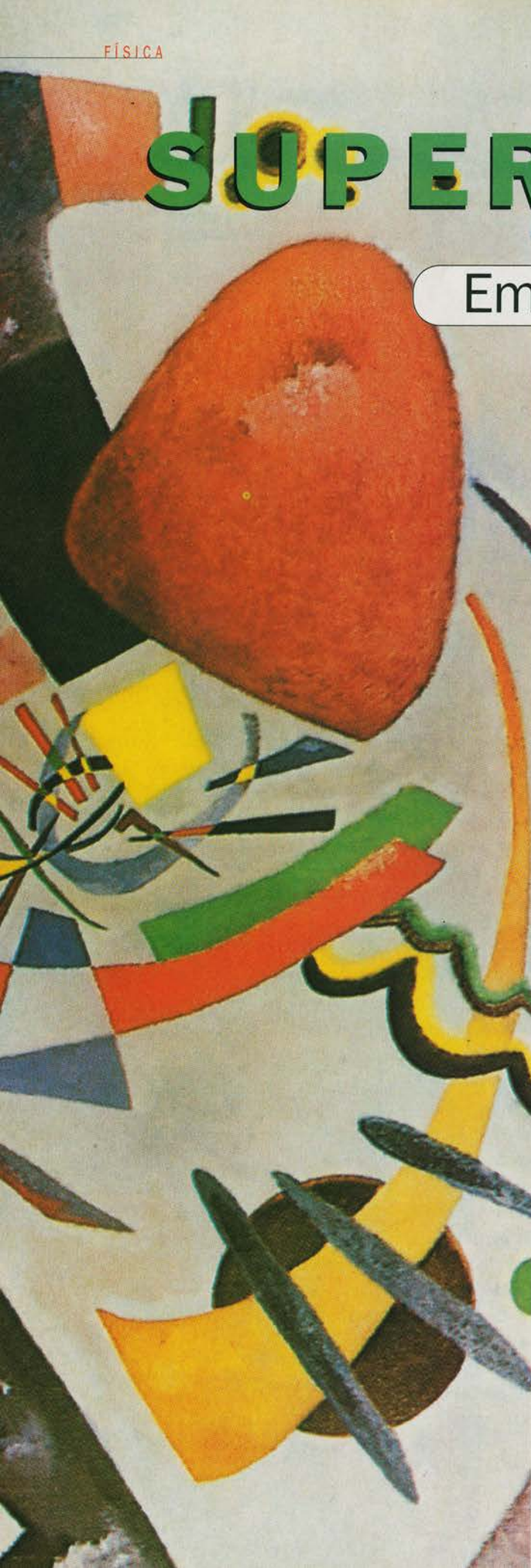
o solo arenoso das bordas do planalto, com a retirada da cobertura vegetal, não resistiu à erosão causada pelas chuvas. As ravinas assim formadas evoluíram rumo ao topo do planalto e originaram imensas voçorocas, cujo crescimento em comprimento e largura tem provocado desastres, derrubando casas e deixando pessoas desabrigadas.

Em Açailândia, as voçorocas indicam a interação entre processos sociais e processos erosivos. A suscetibilidade à erosão, já favorecida por fatores físicos como geologia, relevo, clima, vegetação e solo, foi ampliada com a alteração das condições originais da paisagem, gerando um quadro alarmante.

A cidade, porém, mostra outros problemas ambientais, além da forte erosão: continua a se agravar, por exemplo, a poluição do ar provocada pelas serrarias, pelos fornos de carvão e pela fumaça negra das guserias. Encontrar soluções para tais problemas exige práticas inovadoras de gestão urbana, com a participação da comunidade (através de comitês de bairros, por exemplo) na discussão de prioridades e na definição das medidas de controle. Essa parceria entre prefeitura e população – a gestão ambiental compartilhada – poderia, no caso de Açailândia, assegurar um tratamento mais adequado à questão das voçorocas.

Sugestões para leitura

- COELHO, M.C.N. 'Socio-economic impacts of the Carajás Railroad in Maranhão, Brazil' (tese de doutorado), Universidade de Syracuse, 1991.
- COELHO NETTO, A.L. 'Hidrologia na interface com a geomorfologia', in *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos* (A.J.T. Guerra e S.B. Cunha, orgs.), Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1995.
- CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. 'Degradação ambiental', in *Geomorfologia e Meio Ambiente* (A.J.T. Guerra e S.B. Cunha, orgs.), Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1996.
- GUERRA, A.J.T. 'Processos erosivos nas encostas', in *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos* (A.J.T. Guerra e S.B. Cunha, orgs.), Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1995.



SUPERCORDAS

Em busca da teoria final

Victor O. Rivelles

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

O sonho dos físicos é chegar a uma teoria que responda às perguntas sobre a estrutura da matéria que forma o universo e as quatro forças da natureza. Grandes físicos, como Albert Einstein (1789-1955), têm se ocupado com tais questões, porém, a tarefa não tem se mostrado fácil.

O caminho para uma teoria final deve passar necessariamente pela unificação das duas teorias que revolucionaram o século 20: a mecânica quântica e a teoria da relatividade geral. Enquanto as leis da primeira regem o comportamento do microuniverso dos átomos e das moléculas, a segunda explica os fenômenos da atração gravitacional do macrouniverso das estrelas, planetas e galáxias.

Os avanços ocorridos até agora têm sido bastante frutíferos. Embora o Modelo Padrão tenha um sucesso absoluto ao explicar o comportamento das partículas elementares, ele é incompleto. Não é capaz de responder a todas as dúvidas sobre a matéria e não inclui – o que é fatal para uma teoria final – a força gravitacional.

Portanto, a busca continua. Um forte candidato à vaga em aberto é a teoria de supercordas, que, apesar de não ser inteiramente compreendida, tem mostrado uma nova e revolucionária forma de encarar o universo.

MATÉRIA E FORÇAS

Todas as partículas elementares encontradas na natureza são descritas por uma teoria conhecida como Modelo Padrão. Segundo ela, a natureza é composta por matéria e forças fundamentais (ver 'Matérias, forças e partículas').

Sabemos que os átomos são compostos por um núcleo e elétrons (figura 1). O núcleo, por sua vez, é constituído por prótons e nêutrons. Prótons e nêutrons são formados por quarks. Portanto, toda a matéria é constituída por quarks e por uma classe de partículas chamada léptons, que inclui o conhecido elétron. Já as forças fundamentais da natureza descrevem as interações entre a matéria, como, por exemplo, a força de atração ou repulsão entre partículas com carga elétrica.

Há quatro forças fundamentais na natureza. Três delas são incorporadas pelo Modelo Padrão. A cada uma delas também está associada uma partícula, que pode ser imaginada como sendo a entidade que 'carrega' essa força. Por exemplo, o fóton transporta a força eletromagnética, responsável pela atração ou repulsão das cargas elétricas; as partículas batizadas W^+ , W^- e Z^0 carregam a força fraca; os chamados glúons transportam a força forte.

MODELO INCOMPLETO

Do ponto de vista experimental, o Modelo Padrão está em ótima forma. Passou, com sucesso, por todos os testes a que foi submetido. Setores do Modelo Padrão têm sido testados com precisão impressionante. Um desses setores, a eletrodinâmica quântica, teoria responsável por descrever as interações das forças eletromagnéticas, tem uma precisão que chega à casa de uma parte em 100 milhões (10^8). O próprio Modelo Padrão tem sido testado a distâncias tão pequenas quanto 10^{-18} cm com sucesso absoluto (figura 2).

De posse de uma teoria tão bem-sucedida, por que, então, precisamos da teoria de supercordas? A razão é simples: o Modelo Padrão é incompleto. Há muitas perguntas que ele não responde. Por exemplo, as massas dos léptons e dos quarks não são obtidas pela teoria e têm que ser fornecidas de outra forma. O modelo também não explica por que há só três famílias de matéria – em princípio, qualquer número de famílias seria aceitável segundo esse modelo. Há ainda diver-

sas quantidades (cerca de 20) que não são explicadas por esse modelo.

Além disso, há questões que não podem sequer ser colocadas no esquema do Modelo Padrão. Uma delas é por que vivemos em quatro dimensões – três dimensões espaciais (comprimento, largura e altura) e uma dimensão temporal (tempo). É claro, poderíamos argumentar que essas perguntas não são pertinentes, já que o Modelo Padrão tem a finalidade de descrever o comportamento das partículas elementares e não o de explicar a estrutura que observamos na natureza.

Poderíamos adotar a atitude na qual as teorias físicas devam explicar só *como* a natureza se comporta e não o *porquê* desse comportamento. Mas, claro, nem todos compartilham dessa visão restrita da ciência. Mesmo adotando essa visão, o Modelo Padrão ainda é incompleto, pois não inclui a quarta força fundamental da natureza: a força gravitacional, descrita pela relatividade geral.

GRAVITAÇÃO QUÂNTICA

Quando estudamos fenômenos a distâncias muito pequenas, a mecânica clássica deixa de ser válida e devemos usar a chamada mecânica quântica, teoria que descreve o comportamento de átomos e moléculas.

Figura 1. Toda matéria é constituída por átomos. Ao redor do núcleo atômico estão os elétrons. O núcleo é composto por prótons e nêutrons. Por sua vez, um próton é formado por dois quarks tipo *u* e um quark *d*, enquanto um nêutron é formado por dois quarks tipo *d* e um quark tipo *u*. Entre parênteses, está indicada a ordem de grandeza do tamanho de cada um dos componentes

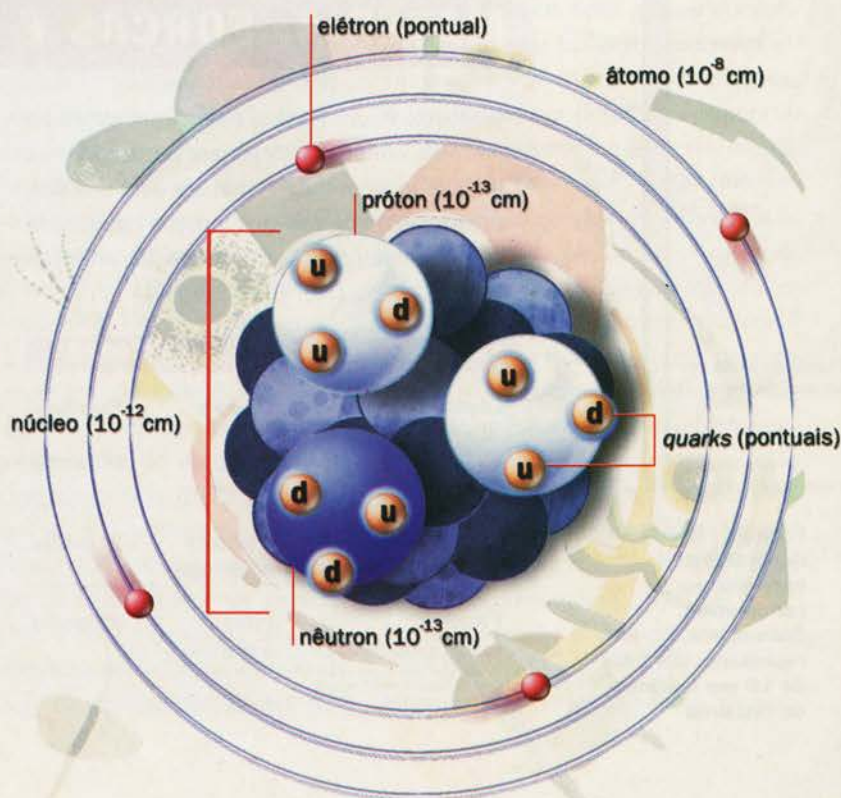




Figura 2. Escala de distâncias expressa em centímetros. Cada marca representa um fator de 10 em tamanho ou distância

No Modelo Padrão, as três forças fundamentais (força eletromagnética, força fraca e força forte) são descritas no contexto da mecânica quântica. Porém, quando tentamos unificar a mecânica quântica com a relatividade geral, somos levados a resultados que não fazem sentido algum.

Usualmente, as experiências feitas para estudar as propriedades das partículas elementares envolvem a colisão entre elas e a análise do resultado dessa colisão. Isso é chamado pelos físicos de processo de espalhamento (figura 3).

Na teoria quântica, a quantidade relevante que descreve essa colisão (ou processo de espalhamento) é denominada amplitude de espalhamento. Ela obedece uma equação matemática e, se formos capazes de resolver essa equação, teremos todas as informações sobre a colisão que estamos estudando. Em geral, é muito difícil resolver a equação que determina a amplitude de espalhamento. Utiliza-se, então, uma técnica, chamada de teoria de perturbação, para resolver a equação. Essa técnica permite expandir a amplitude de espalhamento em uma soma infinita de termos e calcular só os primeiros termos, que são os mais relevantes. É semelhante ao cálculo da expressão $1/(1-x)$ que pode ser descrito como

uma soma de infinitos termos $1+x+x^2+x^3+\dots$ se x for muito pequeno; o leitor pode verificar que apenas os primeiros termos são suficientes para computar a expressão se x for menor que um.

Quando a amplitude de espalhamento é computada dessa maneira ocorre que os termos calculados fornecem um resultado infinito, que não faz nenhum sentido físico – no jargão matemático, diz-se que a soma é divergente.

Entretanto, com o uso de outras ferramentas matemáticas, a chamada técnica de renormalização, é possível remover esses infinitos indesejáveis. Com ela, essas divergências (ou infinitos) podem ser removidas, e a amplitude de espalhamento passa a ser um resultado finito, o que passa a fazer agora sentido físico.

As teorias em que a técnica de renormalização pode ser aplicada com sucesso são chamadas de renormalizáveis. Porém, há poucas teorias renormalizáveis, e o Modelo Padrão é uma delas. Quando aplicada à gravitação, entretanto, a técnica de renormalização falha. A relatividade geral é então uma teoria não-renormalizável, já que as amplitudes de espalhamento são divergentes e, assim, a teoria quântica não faz o menor sentido.

MATÉRIA, FORÇAS E PARTÍCULAS

O Modelo Padrão divide tudo o que existe no universo em duas categorias: a matéria e as forças fundamentais. A matéria está dividida, por sua vez, em quarks e léptons (agrupados em uma categoria de partículas denominada férmions).

A MATÉRIA É FORMADA POR LÉPTONS E QUARKS

Léptons	Quarks	Famílias
e (elétron) ν_e (neutrino do elétron)	u (up) d (down)	1ª família
μ (múon) ν_μ (neutrino do múon)	c (charm) s (strange)	2ª família
τ (tau) ν_τ (neutrino do tau)	t (top) b (bottom)	3ª família

FONTE: CEDIDO PELO AUTOR

As quatro forças fundamentais da natureza são:

1. Força Gravitacional - A mais conhecida por nós no dia-a-dia. Atua em todas as formas de matéria. É responsável, por exemplo, pelo movimento dos planetas ao redor do Sol. Foi inicialmente descrita pela lei da atração gravitacional do físico inglês Isaac Newton (1642-1727) e estendida, mais tarde, pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) em sua teoria da relatividade geral. A partícula hipotética – ainda não detectada – associada à força gravitacional é chamada gráviton.

2. Força Eletromagnética - Atua só sobre partículas que têm carga elétrica. É responsável pelo funcionamento dos inúmeros aparelhos elétricos e eletrônicos que conhecemos. É descrita pelas equações do físico escocês James

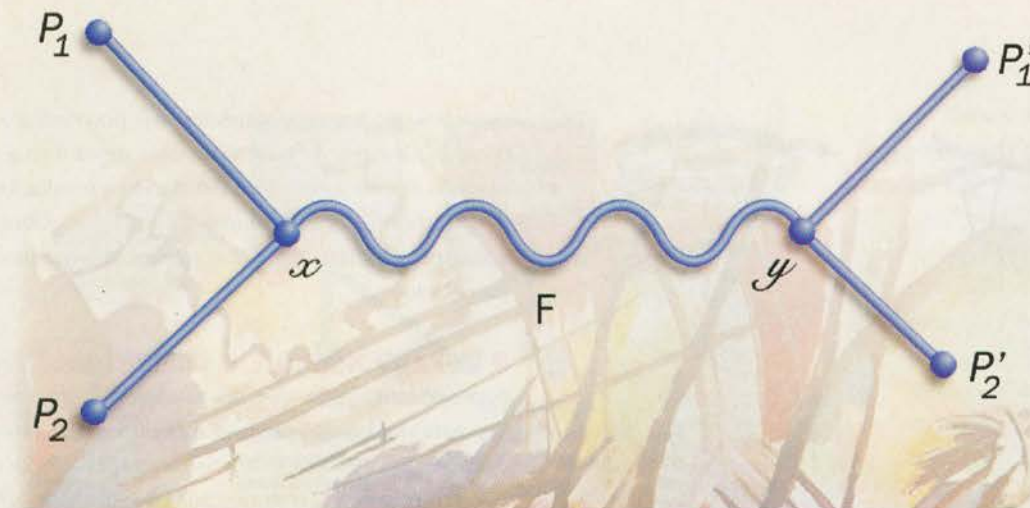


Figura 3. Podemos imaginar a interação de duas partículas P_1 e P_2 através de uma força comum às duas como sendo realizada através da troca de uma partícula F associada à força. Olhando o diagrama da esquerda para a direita, as duas partículas colidem no ponto x , onde F é criada pela colisão. No ponto y , a partícula F dá origem a duas outras, P_1' e P_2' , que são o produto final do espalhamento

A BOMBA E O PARADOXO

Portanto, dois dos maiores pilares da física deste século, a mecânica quântica e a relatividade geral, são incompatíveis entre si. Várias tentativas têm sido feitas para reconciliá-las. Poderíamos argumentar que, como os efeitos quânticos da gravitação ocorrem a distâncias muito pequenas, da ordem de 10^{-33} cm, conhecida como distância de Planck – em homenagem ao físico alemão Max Planck (1858-1947) –, eles seriam irrelevantes e não haveria necessidade de se unir a mecânica quântica com a gravitação – os físicos usam o termo ‘quantizar’ a gravitação.

Na prática, essa pode ser uma resposta aceitável se assumirmos que o Modelo Padrão é uma teoria limitada a distâncias maiores que a distância de Planck e, portanto, incompleta. Mas isso não é tudo. A aplicação da mecânica quântica a certas situações – por exemplo, envolvendo buracos negros – leva a resultados paradoxais, mostrando, assim, a necessidade da construção de uma teoria quântica para a gravitação.

O problema com os buracos negros aparece quando levamos em conta os efeitos da mecânica quântica nesse fenômeno de natureza gravitacional. Se consideramos qualquer tipo de matéria

Clerk Maxwell (1831-1879) e no contexto quântico pela eletrodinâmica quântica. A partícula que transporta a força eletromagnética é o fóton.

3. Força Fraca • Atua nos quarks e léptons. É responsável, por exemplo, pelo decaimento radiativo de alguns núcleos. Ela é menos familiar, pois atua a distâncias menores que 10^{-15} cm. Unificada com as interações eletromagnéticas elas são descritas pela teoria eletrofraca ou teoria de Salam-Weinberg – batizada com o nome de seus idealizadores, o físico paquistanês Abdus Salam (1926-1996) e o físico norte-americano Steven Weinberg. As partículas que transportam a força fraca são as W^+ , W^- e Z^0 .

4. Força Forte • Atua só entre os quarks. É responsável pela força que mantém prótons e nêutrons unidos dentro do núcleo atômico, ape-

sar da repulsão eletrostática entre os prótons (com carga positiva). A teoria que descreve as forças fortes é a cromodinâmica quântica. Atua a distâncias entre 10^{-13} cm e 10^{-15} cm e é transportada pelos glúons (o nome vem de *glue*, cola em inglês). O fóton, as W^+ e W^- , a Z^0 e os glúons são classificados como bósons.

AS FORÇAS FUNDAMENTAIS E SUAS PARTÍCULAS

Força gravitacional	gráviton (ainda não observado)
Força eletromagnética	γ (fóton)
Força fraca	W^+ , W^- e Z^0
Força forte	g (glúons)

FONTE: CEDIDO PELO AUTOR

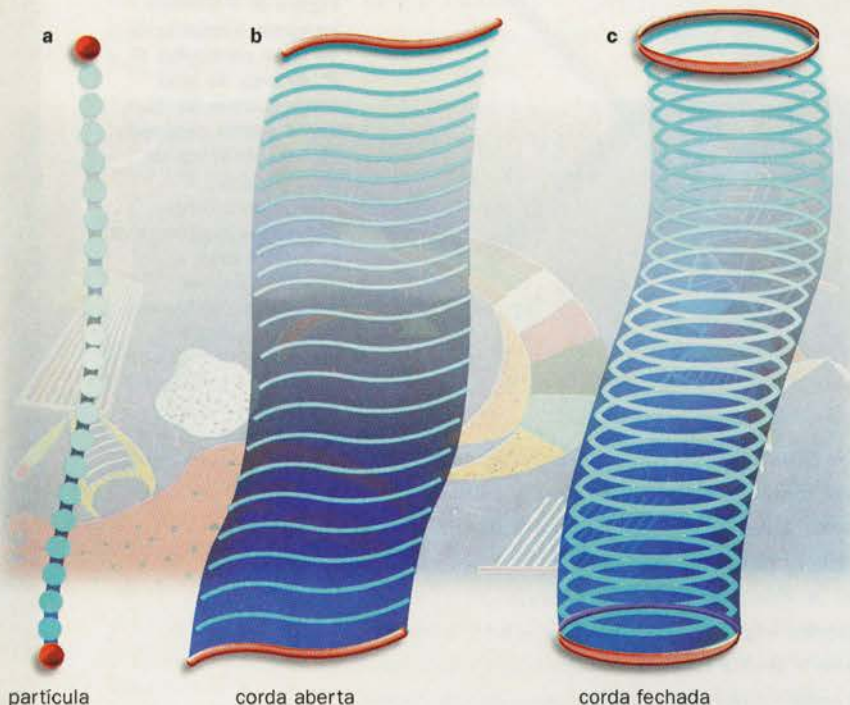


Figura 4. Em (a), uma partícula pontual, quando em movimento, traça uma curva unidimensional; em (b), uma corda aberta, quando em movimento, gera uma superfície bidimensional aberta; em (c), uma corda fechada, quando em movimento, gera uma superfície bidimensional tubular

interagindo com um buraco negro, segundo as regras da mecânica quântica, chegamos à conclusão de que o buraco negro – que, em princípio, deveria absorver tanto matéria quanto radiação – irradia energia como se fosse um corpo aquecido – uma barra de metal incandescente, por exemplo. Essa é a famosa radiação de Hawking, proposta pelo físico britânico Stephen Hawking, da Universidade de Cambridge (Inglaterra).

Portanto, a mecânica quântica prevê que um buraco negro não é totalmente negro, mas emite radiação. Sendo assim, eles podem transformar toda sua massa em radiação e evaporar completamente. Seu estado final, depois da evaporação, seria só energia térmica (ou calor). Essa é a origem do problema comumente chamado ‘paradoxo da informação’.

Para compreender esse paradoxo, suponha que uma bomba colocada perto de um computador o faça explodir. A informação contida no computador estará perdida? Se tivermos a paciência para encontrar todos os pedaços do computador após a explosão e reverter o movimento desses estilhaços, poderemos, em tese, reconstruir o computador – e também a bomba. Isso é possível porque as leis da natureza são

simétricas no tempo. O mesmo vale no contexto da mecânica quântica. É exatamente dessa forma, fazendo colidir partículas e estudando o resultado desses choques, que obtemos informações sobre a composição das partículas que existiam antes da colisão.

O BURACO NEGRO E O COMPUTADOR

Suponhamos agora que mandamos o computador para um buraco negro e esperamos que este evapore. Sabemos que depois da evaporação do buraco negro só restará radiação térmica. O problema é que, diferentemente do que acontece no caso da bomba, as leis da física nos impedem de reconstruir o buraco negro a partir apenas de sua radiação térmica. Sendo assim, a informação contida no computador estará definitivamente perdida. Se isso fosse possível, a energia então poderia ser criada ou destruída, o que contraria um dos mais fundamentais pilares da física: a conservação da energia. Em resumo: ou a relatividade geral, ou a mecânica quântica deve ser modificada.

Poderíamos argumentar que questões sobre o que acontece em um buraco negro são puramente acadêmicas – ou até teológicas. Na verdade, porém, o que estamos discutindo são as limitações das leis da física e tentando descobrir como elas devem ser aplicadas a vários fenômenos.

Uma corrente, liderada por Hawking, advoga que a mecânica quântica necessita de modificações na presença de buracos negros. Outra corrente, liderada pelos físicos Gerard 't Hooft, da Universidade de Utrecht (Holanda), e Leonard Susskind, da Universidade de Stanford (EUA), acha que a mecânica quântica deve permanecer inalterada e a relatividade geral deve ser modificada.

Apesar dos insucessos para a construção de uma teoria da gravitação quântica, poucos duvidavam de sua existência. Por isso, postula-se a existência da partícula associada à interação gravitacional. Ela é chamada gráviton. É o análogo do conhecido fóton, responsável pela força eletromagnética.

UMA SENSAÇÃO NO AR

Várias tentativas foram feitas para ampliar a abrangência do Modelo Padrão, com ou sem a inclusão da gravitação. Todas, à exceção da teoria

de supercordas, falharam. Uma dessas tentativas mal-sucedidas ocorreu em meados da década de 70 e envolvia a consideração de modelos supersimétricos para a gravitação.

Uma teoria supersimétrica envolve bósons (as partículas que carregam as forças fundamentais da natureza) e férmions (os quarks e os léptons). Ela associa a cada bóson e a cada férmion conhecido um companheiro supersimétrico. Assim, a teoria prevê que existe um companheiro do fóton chamado *fotino*, um companheiro do elétron denominado *selétron* etc. O impressionante é que a existência dessas partículas, que ainda não foram detectadas, é perfeitamente consistente com as observações experimentais conhecidas. Assim, espera-se que as partículas supersimétricas sejam descobertas nos próximos anos. Portanto, a supersimetria unifica de maneira natural os quarks e léptons com os bósons carregadores de forças. Logo, as teorias supersimétricas unificam, necessariamente, a matéria e as forças, dando origem, naturalmente, a teorias unificadas.

Foi logo descoberto que a relatividade geral podia ser transformada em uma teoria supersimétrica: a supergravidade. Nas teorias de supergravidade, a matéria, as forças de interação e a gravitação aparecem unificadas de forma natural. Resta saber se a teoria quântica é consistente.

As teorias supersimétricas apresentam um número menor de infinitos nas amplitudes de espalhamento. Esperava-se, então, que as teorias de supergravidade tivessem um melhor comportamento e fossem teorias renormalizáveis. Esse sonho final, porém, não foi realizado, pois as teorias de supergravidade mostraram-se não-renormalizáveis.

Apesar desse fracasso, ficou no ar a sensação de que a supersimetria era muito importante e deveria ser incorporada em qualquer teoria que estendesse o Modelo Padrão incluindo a gravitação. Isso aconteceu precisamente na teoria de supercordas.

AS CORDAS E UM PROBLEMA FATAL

Radicalmente diferente das teorias usuais, a teoria de cordas foi originalmente concebida no final da década de 60 para descrever as interações das chamadas forças fortes.

Os objetos fundamentais, agora, não são mais partículas, como no Modelo Padrão, mas objetos estendidos unidimensionais, denominados 'cordas' no jargão da física (figura 4). O tamanho dessas cordas é muito pequeno e, por isso, elas parecem partículas. Da mesma forma que uma corda de violino pode oscilar de várias maneiras, produzindo assim diferentes notas, uma corda pode ter um número infinito de modos de oscilação. Através da mecânica quântica, associamos a cada um desses modos de oscilação uma partícula. Logo, uma teoria de cordas descreve um número infinito de partículas.

Podemos também considerar cordas abertas, como uma corda de violino, ou cordas fechadas, quando unimos suas duas extremidades livres. As partículas descritas pelas cordas abertas e fechadas são diferentes. Ao conjunto das partículas formadas pelas oscilações da corda é dado o nome de espectro da corda.

Na teoria de cordas fechadas, há uma partícula que tem todas as propriedades do gráviton. Isto é surpreendente, pois significa que a teoria de cordas tem algo a ver com a gravitação. De fato, se considerarmos o limite em que o comprimento da corda tende a zero, isto é, quando ela volta a ser um objeto pontual e não mais extenso, obtemos a relatividade geral. Portanto, a teoria de cordas descreve uma teoria quântica para a gravitação, contendo uma extensão não trivial da relatividade geral.

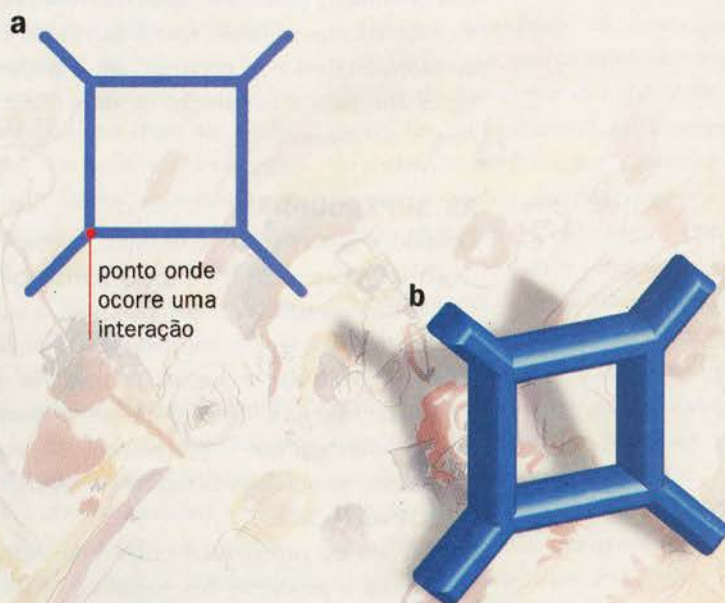


Figura 5. Em (a), quando duas partículas interagem, essa interação ocorre em um mesmo ponto e é a causa dos infinitos nas amplitudes de espalhamento; em (b), quando duas cordas interagem, a interação não ocorre em um mesmo ponto, e as amplitudes de espalhamento são finitas

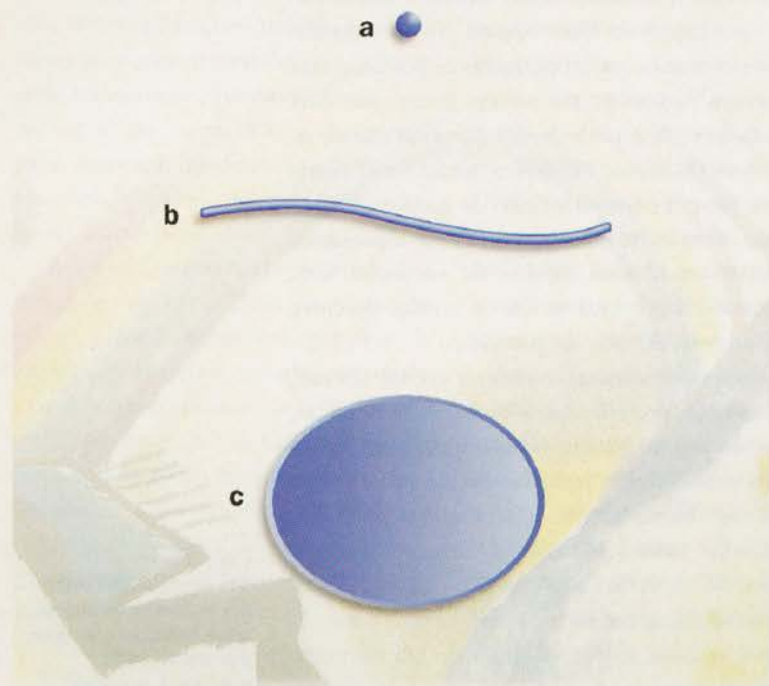


Figura 6. Em (a), uma partícula é uma zero-brana; em (b), uma corda é uma uma-brana; em (c), uma membrana comum é uma duas-branas

A teoria de cordas tem, porém, um grande problema. Ela prevê a existência de uma partícula que se move com velocidade superior à velocidade da luz (tais partículas são chamadas táquions), o que é proibido pela teoria da relatividade restrita. Isso é fatal, pois queremos teorias compatíveis com os princípios físicos já conhecidos. A solução para esse problema vem com a inclusão da supersimetria, que remove essa partícula indesejável e é, portanto, um ingrediente necessário para a construção de uma teoria de cordas consistente.

AS SUPERCORDAS

Quando a supersimetria é incluída, temos uma teoria de supercordas. Da mesma forma que as teorias supersimétricas, já descritas aqui, a teoria de supercordas tem a capacidade de unificar todas as partículas e forças da natureza por considerar bósons e férmions em pé de igualdade. No limite em que o comprimento da corda vai a zero, recobramos as teorias de supergravidade já conhecidas.

A teoria de supercordas resolve de maneira engenhosa o problema dos infinitos nas amplitudes de espalhamento da gravitação quântica

(figura 5). Como no caso das partículas, a teoria de cordas admite um tratamento perturbativo. Qualquer amplitude de espalhamento de cordas pode ser expandida em uma série infinita, e os primeiros termos da série são os que dão a contribuição principal para o processo de espalhamento.

As divergências que aparecem nas teorias que descrevem partículas se devem ao fato de que as interações entre as partículas ocorrem em um mesmo ponto, como indicado nas figuras 3 e 5. Já na teoria de cordas, as interações ocorrem em regiões finitas. É como se as linhas representando as partículas na figura 4a fossem infladas transformando-se nos tubos da figura 4b. Isso é suficiente para que as expressões matemáticas das amplitudes de espalhamento deixem de ser infinitas. Isso significa que cada termo da série perturbativa é finito, e obtemos uma teoria finita sem precisar usar a técnica de renormalização porque não há divergências. Assim, a teoria de cordas fornece a primeira teoria de gravitação quântica que é perturbativamente bem-comportada.

Uma das grandes surpresas da teoria de supercordas é que ela só existe em 10 dimensões (nove dimensões espaciais e uma temporal). É realmente notável que o número de dimensões do espaço-tempo seja fixado pela teoria, coisa que nenhuma outra conseguiu fazer.

As quatro dimensões usuais do espaço-tempo (comprimento, largura, altura e tempo) são obtidas assumindo-se que nos primeiros instantes de existência do universo (isto é, logo após o *Big Bang*) seis das 10 dimensões tornaram-se pequenas esferas, do tamanho do comprimento de Planck (10^{-33} cm). Já as quatro dimensões restantes expandiram-se explosivamente, formando o universo que vemos atualmente.

Esse processo de passar de 10 para quatro dimensões é chamado 'compactificação'. Nos últimos 10 anos, os físicos vêm tentando catalogar as diferentes maneiras em que essas seis dimensões extras poderiam ter se 'compactificado'. Esse trabalho revelou muitas teorias em quatro dimensões, entre elas teorias que são generalizações do Modelo Padrão e que incluem a gravitação.

Novamente, poderíamos conviver com essas muitas teorias, mas a situação ideal seria a de

encontrar razões para descartar todas elas, exceto aquela única que a natureza escolheu. Infelizmente, ainda não temos meios de mostrar que todas as outras teorias padecem de algum problema incurável. O que parece provável, entretanto, é que todas essas teorias sejam equivalentes entre si, como discutiremos a seguir.

Outra surpresa, foi encontrar não só uma, mas cinco teorias de supercordas em 10 dimensões. Elas são conhecidas como:

a) teorias do tipo I, que descreve um supercorda aberta;

b) teorias do tipo IIA e IIB, que descrevem supercordas fechadas;

c) supercordas heteróticas $SO(32)$ e $E_8 \times E_8$, que correspondem a uma combinação de cordas abertas e fechadas – a palavra heterótica refere-se à mistura de uma corda aberta com uma corda fechada, e $SO(32)$ e $E_8 \times E_8$ é a forma matemática de indicar o tipo de simetria que essas cordas têm.

A diferença entre essas teorias pode ser vista, por exemplo, quando o comprimento da corda vai a zero. As teorias de supercordas abertas não descrevem a gravitação, descrevem, sim, teorias supersimétricas em 10 dimensões do tipo do Modelo Padrão. Já as teorias de supercordas fechadas descrevem as diferentes teorias de supergravidade existentes em 10 dimensões.

MÃE, MEMBRANAS E MISTÉRIO

Se o objetivo inicial era encontrar só uma teoria final – a teoria que foi escolhida pela natureza –, o fato de encontrarmos cinco teorias é embaraçoso. A explicação foi encontrada recentemente em uma misteriosa 'teoria M', que vive em 11 dimensões. As cinco diferentes teorias de supercordas seriam, então, cinco diferentes limites da teoria M.

Além disso, a teoria M prevê que cordas e agora também membranas de várias dimensões podem coexistir simultaneamente. Essas membranas que existem em diversas dimensões recebem o nome de 'p-branas' (figura 6). Podemos imaginar que uma partícula é uma 'zero-brana', um objeto de dimensão zero. Uma corda é uma 'uma-brana', enquanto uma membrana ordinária, uma superfície bidimensional como uma bolha de sabão, é uma 'duas-branas'.

É interessante notar que a letra 'M' da teoria M

não tem um significado preciso. Alguns físicos entendem que o 'M' significa 'Membrana', enquanto para outros significa 'Mãe de todas as cordas', ou ainda M de 'Mistério'.

DUALIDADE

Quando essas p-branas vibram, criam modos de oscilação que são interpretados como partículas, de forma análoga ao que acontece com as cordas. Esses novos modos de oscilação revelam um setor novo que não pode ser acessado pelas teorias de supercordas.

Para compreendermos o papel das membranas, é bom salientar que quando buscamos soluções para uma teoria encontramos essencialmente dois setores. Um deles, o mais simples, é o setor perturbativo. É bom lembrar que o setor perturbativo é aquele onde a amplitude de espalhamento pode ser escrita como uma série infinita de termos. Neste caso existem técnicas bem desenvolvidas para a busca de soluções das equações que determinam a amplitude de espalhamento. As amplitudes da gravitação quântica ou o espectro das diversas teorias de supercordas são soluções que pertencem a este setor. O outro setor, denominado setor não-perturbativo, é muito mais difícil de ser tratado. Nele a amplitude de espalhamento não é mais escrita como uma série infinita. Isso torna a busca de soluções muito mais complicada pois não existem técnicas sistemáticas para a busca de tais soluções.

Mesmo as teorias em quatro dimensões têm setores não-perturbativos que são completamente desconhecidos, e a busca dessas soluções ainda é uma arte que requer muito engenho e criatividade. As soluções desse setor são genericamente conhecidas como *sólitons*. Elas descrevem partículas com propriedades exóticas como os monopolos magnéticos.

Há, porém, poucas teorias que exibem um comportamento bastante peculiar chamado dualidade. Nessas teorias, o setor perturbativo está ligado, através de relações simples, ao setor não-perturbativo de outra teoria. Dessa forma, é possível se obter informações sobre o setor não-perturbativo de uma teoria – o setor difícil –, estudando-se o setor perturbativo de outra teoria – o setor mais simples. A dualidade permite, portanto, que várias propriedades do setor não-perturbativo sejam exploradas.

A SEGUNDA REVOLUÇÃO

A existência de cinco teorias de supercordas, todas conhecidas só no setor perturbativo, parece indicar que estamos trabalhando com teorias completamente diferentes. Porém, desde o início da década de 90, começaram a aparecer evidências de que essas teorias estavam relacionadas pela dualidade.

As evidências cresceram a ponto de se propor a conjectura de que essas teorias seriam de fato equivalentes entre si, ou seja, existiriam relações de dualidade entre todas as teorias de supercordas. Isso provocou um grande alarde conhecido como a segunda revolução da teoria de cordas – a primeira foi a descoberta das cinco teorias de supercordas em meados da década de 80.

Uma consequência dessa nova visão é de que as cinco teorias de supercordas conhecidas seriam cinco diferentes limites perturbativos da teoria M e as membranas seriam os sólitons da teoria de cordas. Além disso, o limite de partículas da teoria M fornece a teoria de supergravidade em 11 dimensões (figura 7).

Figura 7. A misteriosa teoria M tem por limite as cinco teorias de supercordas conhecidas e a teoria de supergravidade em 11 dimensões

MÃE VERSUS PAI

Recentemente, encontrou-se uma teoria em 12 dimensões chamada 'teoria F' (F de *father*, pai em inglês). Isso levanta várias questões. A teoria final

existe em 10, 11 ou 12 dimensões? É uma teoria de cordas ou uma teoria de membranas?

Já sabemos que nem cordas, nem membranas são os objetos fundamentais, mas que são só diferentes limites da teoria final. É provável, portanto, que a teoria final não tenha uma dimensão fixa, e que a dimensão só seja determinada quando se estuda a teoria em algum limite.

Apesar de arrojadas, essas novas idéias estão revelando uma nova maneira de encarar a teoria de supercordas. Essa situação é parecida com a época do átomo de Bohr – Neils Bohr (1885-1962), físico dinamarquês, quando existiam muitas regras úteis para explicar o comportamento dos elétrons no átomo. Essas regras só foram completamente elucidadas com o advento da mecânica quântica. O mesmo deverá ocorrer quando formularmos a teoria final.

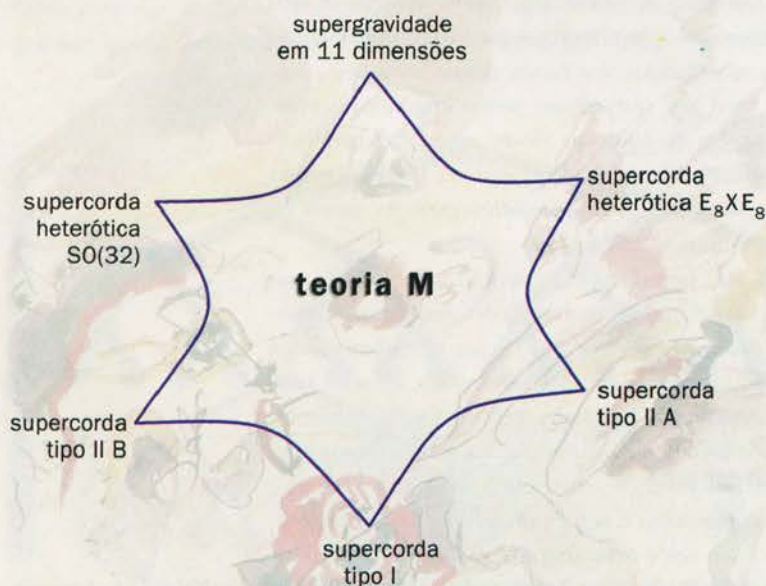
A TEORIA PODE SER TESTADA?

Apesar dos enormes sucessos teóricos da teoria de cordas, fornecendo uma teoria quântica para a gravitação, generalizando o Modelo Padrão e unificando as partículas e forças fundamentais da natureza, não podemos deixar de nos perguntar se a teoria é passível de ser testada no laboratório como qualquer outra teoria física.

Há uma crença difundida de que isso não é possível, pois não poderíamos jamais fazer uma experiência na escala de distâncias de 10^{-33} cm como é preciso pela teoria de cordas. Com os atuais aceleradores de partículas, podemos chegar até distâncias da ordem de 10^{-18} cm. Para pesquisarmos distâncias menores, precisaríamos construir aceleradores cada vez maiores, e há quem afirme que um acelerador que investigasse distâncias da ordem de 10^{-33} cm teria o tamanho do universo. Ir a distâncias menores também é muito caro.

Os recentes cortes de verba que suspenderam a construção de um novo acelerador nos Estados Unidos indicam que no futuro próximo deveremos contar só com os aceleradores que estão atualmente em operação e com um novo acelerador que deverá ser concluído no ano de 2005 no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), na Suíça.

Estamos em uma situação bastante análoga ao estudo do *Big Bang*. É claro que não podemos recriá-lo em laboratório para estudá-lo. O que



fazemos é estudar suas conseqüências, como a expansão do universo, a formação dos núcleos e a radiação de fundo. Da mesma forma, não precisamos ir até 10^{-33} cm para testar a teoria de cordas.

Há vários fenômenos que podem ser testados agora ou no futuro próximo com os aceleradores existentes. Os vários parâmetros que caracterizam o Modelo Padrão – como a razão entre as massas das partículas tau e múon – podem ser previstos a partir da teoria de cordas. Outro fenômeno que pode ser estudado é o decaimento do próton, sua vida média e os produtos desse decaimento.

A existência de novas partículas transportadoras de força, previstas pela teoria de supercordas, dão origem a novas forças que poderiam ser detectadas. Outra observação importante refere-se à massa dos neutrinos. Ela impõe severas restrições em qualquer teoria que queira explicá-las.

Um dos grandes testes da teoria de cordas é, sem dúvida, a supersimetria. Nenhum modelo conhecido, com exceção da teoria de cordas, requer supersimetria. A teoria de cordas só é consistente na presença de supersimetria. Portanto, se for detectada uma única partícula supersimétrica, teremos forte evidência de que a teoria de cordas é correta. Isso tem grandes implicações cosmológicas. As partículas supersimétricas são fortes candidatas à matéria escura do universo. A inflação do universo, a formação de estrutura, a assimetria bariônica e a razão entre a matéria escura fria e quente: todas essas quantidades dependem do número de partículas supersimétricas.

OU TUDO, OU NADA

Outras questões, aquelas quase filosóficas, poderão vir a ser respondidas no contexto da teoria de supercordas. Por exemplo, o número de famílias está relacionado ao número de dimensões do espaço-tempo que foram compactificadas e à maneira como essa compactificação ocorreu.

A existência de três famílias deve ser compreendida nesse esquema. Outras questões poderão vir a ser respondidas pela teoria de supercordas: a) Por que a matéria só aparece na forma de léptons e quarks e não em outra forma?; b) Por que a constante cosmológica é pequena? (A constante cosmológica foi proposta por Einstein como

uma modificação na relatividade geral). Mais tarde, ele afirmou que essa modificação foi o maior erro de sua vida. Hoje sabe-se que a constante cosmológica é muito pequena, quase nula. Mas não há razão para que seja assim. A teoria de supercordas talvez possa trazer alguma explicação para esse fato; c) Por que o universo existe em quatro dimensões?

Enfim, a teoria de supercordas tem-se mostrado muito promissora como uma generalização das teorias existentes e revelado facetas cada vez mais interessantes que permitem que perguntas antes inadmissíveis possam ser formuladas em um contexto bastante concreto.

O principal teste da teoria ainda é a experiência. Não importa quão original e elegante ela seja. Ela sobreviverá só se for capaz de explicar o universo como o conhecemos. Também não há espaço para modificações. A teoria de supercordas é extremamente rígida. Ou é a teoria de tudo, ou a teoria de nada. Não há meio-termo.

Podemos vislumbrar um início de século em que a teoria de supercordas será responsável por uma nova revolução em nossa maneira de encarar o universo.

NO BRASIL

Há vários grupos no Brasil que desenvolvem métodos para o estudo das supercordas. Por sua natureza, a pesquisa em supercordas tornou-se extremamente técnica, requerendo conhecimentos extensos de várias áreas que vão dos fundamentos da mecânica quântica e da relatividade geral até as técnicas mais modernas de quantização. Além disso, seu ferramental matemático sofisticado exige o domínio de geometria e topologia.

No Brasil, as pesquisas em teoria de cordas e áreas correlatas são feitas no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, no Instituto de Física Teórica da Universidade do Estado de São Paulo, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Departamento de Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e no Departamento de Física e Química da Universidade do Estado de São Paulo (*campus* Guaratinguetá).

Sugestões para leitura

GELL-MANN, M.; *O Quark e o Jaguar*, Rio Janeiro, Rocco, 1996.

SOUZA, G.A.; SANTORO A. e SOUZA, M.H., 'Do elétron ao quark top: como ver uma partícula elementar' in *Ciência Hoje* nº 113, vol. 19, setembro de 1995 p. 34.

WEINBERG, S. *Sonhos de uma Teoria Final*, Rio Janeiro, Rocco, 1996.

WITTEN, E. 'Reflections on the Fate of Space-Time' e 'Duality, Space-Time and Quantum Mechanics' in *Physics Today*, abril de 1996, p. 24, e maio de 1997, p. 28.

KAKU, M. 'Into the Eleventh Dimension' in *New Scientist*, janeiro de 1997, p. 32.

GARIMPO NO LIXO DE OURO PRETO PARA CHEGAR À RECICLAGEM

Descobrir quanto de cada tipo de material usado – papel, vidro, plástico, latas etc. – está presente no lixo habitualmente recolhido é a base para a definição de um programa de reciclagem desses materiais, bem como para qualquer outro projeto de tratamento de resíduos sólidos.

Esse trabalho preliminar foi feito experimentalmente na cidade de Ouro Preto, com resultados que podem ser aplicados às cidades brasileiras de pequeno e médio porte.

Por **José Francisco do Prado Filho**, do Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Minas, e **Heber Bezerra Santos, Jean-Paul Santos Oliveira e Lizandra Soave**, alunos do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto.

Das cidades mais populosas aos aglomerados urbanos de menor porte, o destino dos resíduos sólidos é uma questão que preocupa grande parte da sociedade, às vezes exigindo até pressão popular para que as prefeituras locais adotem procedimentos que pelo menos minimizem os impactos de ordem ambiental e de saúde pública decorrentes da destinação inadequada desses materiais.

Segundo pesquisa publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1991, 76% de todo o lixo produzido no país ficam a céu aberto e apenas 24% recebem algum tratamento. Pelos dados da mesma fonte, o total produzido diariamente no Brasil atingia 241.614 toneladas, sendo 90 mil toneladas de resíduo doméstico. Cerca de metade desse total nem sequer é coletada. Hoje é quase impossível encontrar uma cidade brasileira em que a destinação dos resíduos domésticos tenha sido resolvida de forma satisfatória, pois a maioria dos municípios tem uma

postura negligente diante da produção crescente de lixo.

Uma consulta às 4.974 prefeituras do país feita pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) em 1995 concluiu que em menos de 20% dos municípios que responderam ao questionário são construídos aterros sanitários como forma de disposição final dos resíduos sólidos domésticos. Em quase 10% são adotadas alternativas como compostagem, coleta seletiva e incineração, no caso de resíduos hospitalares. O chamado 'lixão' (aterro a céu aberto) é ainda a forma mais comumente adotada pelas prefeituras, por ser considerada uma 'solução gratuita' para o problema.

No caso de Ouro Preto, a prática adotada pelas sucessivas administrações municipais não foge à regra. Ali se vê uma variante de aterros a céu aberto caracterizada por mudanças frequentes dos locais destinados aos depósitos, que por isso são chamados de 'lixões itinerantes'. Essa prática aumenta os riscos de

FOTOS CEDIAS PELOS AUTORES



Aspecto do aterro a céu aberto (lixão) de Ouro Preto, onde são depositadas diariamente cerca de 12t de resíduos domésticos



Despejo de um caminhão coletor do qual foram obtidas as amostras para avaliação da composição gravimétrica dos resíduos

contaminação e degradação ambiental e revela falta de planejamento, além de total desinteresse público diante dos problemas socioambientais.

Outro aspecto da questão é que a situação de pobreza faz com que muitas pessoas vivam em função da coleta e da venda de materiais que possam ser selecionados do lixo. Em Ouro Preto não é diferente: verificou-se que mais de 50 pessoas dependem de materiais oriundos do lixo doméstico.

Diante de tudo isso, é urgente que se desenvolvam mecanismos de gerenciamento dos resíduos sólidos que garantam a segurança da coleta e da destinação, e programas de recuperação de materiais que tenham valor econômico agregado, possibilitando seu aproveitamento através da indústria de reciclagem, também chamada de transformação.

A PESQUISA EM OURO PRETO

Os dados colhidos em Ouro Preto, em pesquisa financiada pela Fundação Banco do Brasil, referem-se à produção diária de lixo, composição física (gravimétrica) dos resíduos sólidos e sistema de coleta. Essas informações são fundamentais para a identificação dos materiais com valor econômico para reciclagem e dos que podem ser aproveitados como composto orgânico (fertilizantes). Além de úteis à administração municipal, para traçar as diretrizes básicas de um programa de coleta seletiva, servem também de orientação a qualquer cidade que pretenda solucionar o problema do lixo.

Na primeira etapa, foi feito um breve estudo do sistema de coleta adotado pela prefeitura, que abrange aproxima-

damente 60% da área urbana. A topografia peculiar da cidade torna preferível a coleta organizada por três itinerários fixos e não por setores ou bairros, como em geral acontece na maioria das cidades. Por isso, não foi possível caracterizar a procedência do lixo por classes sociais. Em locais inacessíveis aos caminhões são usadas caminhonetes de até uma tonelada de capacidade. Com base nas informações colhidas, planejou-se a amostragem dos resíduos sólidos domésticos, feita em 10 levantamentos alternados em cada trajeto, de setembro de 1994 a julho de 1995, abrangendo diferentes estações do ano, uma vez que os hábitos sazonais da população podem interferir na qualidade e na quantidade dos resíduos.

O método utilizado foi o seguinte: o caminhão escolhido, previamente pesado, com a colaboração da Alcan-Ouro Preto, despejava sua carga em um terreno distante do lixão. Ali os sacos eram rompidos e seus conteúdos misturados, para se obter homogeneidade; subamostras (três de cada caminhão) eram separadas em tambores de 200 litros (± 40 kg de material). O exame de cada subamostra foi feito manualmente, dividindo-se os resíduos sólidos nas seguintes categorias: matéria orgânica (casca e restos de frutas, hortaliças e legumes, alimentos

já em decomposição, restos de serviços de jardinagem e podas), papéis e papéis, vidros, metais (ferrosos e não-ferrosos), plásticos (filme e rígido), trapos e outros materiais (madeira, couro, borraça, fraldas descartáveis, restos de construções etc.) de difícil degradação no ambiente e também difíceis de reciclar. Cada grupo foi pesado para avaliação de seu percentual em relação ao volume total. Com essa finalidade, também era pesada a quantidade de lixo encaminhada ao lixão no dia de cada amostragem.

Através desse procedimento, verificou-se que a população urbana de Ouro Preto produz em média 12.338,11kg de lixo doméstico por dia, o que equivale a aproximadamente 370,14 toneladas de resíduos sólidos domésticos por mês, ou seja, 0,35kg/dia *per capita*, considerando que a população da cidade era de 35.218 habitantes, segundo censo demográfico de 1991. Se forem incluídos os domicílios que estão fora da coleta, esse número subirá para 0,58kg/dia, o que coincide com o valor referencial da produção de lixo doméstico no Brasil em cidades do mesmo porte (0,56kg/dia por



Acima, homogeneização dos resíduos sólidos para obtenção de amostras

Ao lado, preparação de subamostras representativas de um caminhão coletor, para análise física do lixo

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DE OURO PRETO, MG

DATA DAS AMOSTRAGENS

TIPO DE MATERIAL	1994				1995						MÉDIA
	30/08	09/09	21/10	02/12	21/01	16/03	07/04	19/05	04/07	22/07	
matéria orgânica	62,94%	55,63%	59,35%	47,49%	52,63%	45,40%	57,20%	56,35%	50,18%	49,42%	53,66%
papel/papelão	13,02%	16,44%	22,46%	26,01%	21,89%	20,33%	18,00%	18,97%	17,23%	18,84%	19,32%
plásticos	5,78%	8,00%	7,89%	13,03%	9,96%	10,22%	7,90%	10,74%	8,23%	9,96%	9,17%
vidros	3,93%	3,52%	2,63%	1,65%	3,10%	7,82%	5,20%	1,78%	6,33%	6,11%	4,21%
trapos	3,25%	3,02%	0,82%	4,80%	4,06%	3,60%	3,40%	2,75%	4,03%	3,71%	3,34%
metais	3,81%	3,62%	2,52%	3,51%	3,66%	5,53%	3,90%	4,08%	3,78%	7,10%	4,15%
outros	7,27%	9,77%	4,33%	3,51%	4,70%	7,10%	4,40%	5,33%	10,22%	4,86%	6,15%

Obs.: Considerou-se como "outros materiais" couro, borracha, madeira, fraldas descartáveis, restos de construção etc.

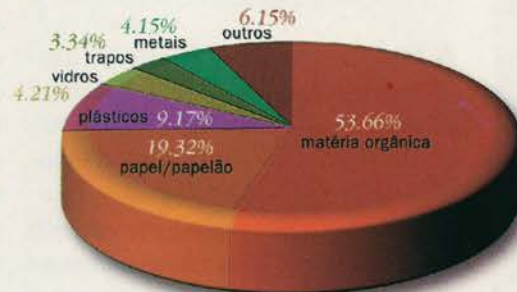
pessoa, podendo chegar a 2kg/dia em regiões de maior renda).

A tabela apresenta os resultados obtidos nas 10 amostragens realizadas em Ouro Preto. A comparação dos dados mostra que não houve variações sazonais claras na composição do lixo. O gráfico ao lado permite visualizar a participação percentual de cada tipo de material no lixo coletado. Os percentuais médios obtidos para cada tipo de material constituinte do lixo de Ouro Preto estão dentro de uma faixa que caracteriza, em geral, a situação de outras cidades brasileiras. As variações que podemos encontrar devem-se muitas vezes ao modo de obtenção das amostras.

A participação média aproximada dos diferentes materiais no lixo doméstico de Ouro Preto é a seguinte: material orgânico, 6.629,20 kg; papel/papelão, 2.389,89 kg; plásticos, 1.008,0 kg; vidros, 519,43 kg; trapos, 412,09 kg; metais, 512,03 kg; outros materiais (não-recicláveis), 752,62 kg. O quilo de sucata é vendido pelos catadores locais por: papel e papelão, R\$ 0,06; latas e sucatas ferrosas, R\$ 0,03; plásticos, R\$ 0,08; alumínio, R\$ 0,40.

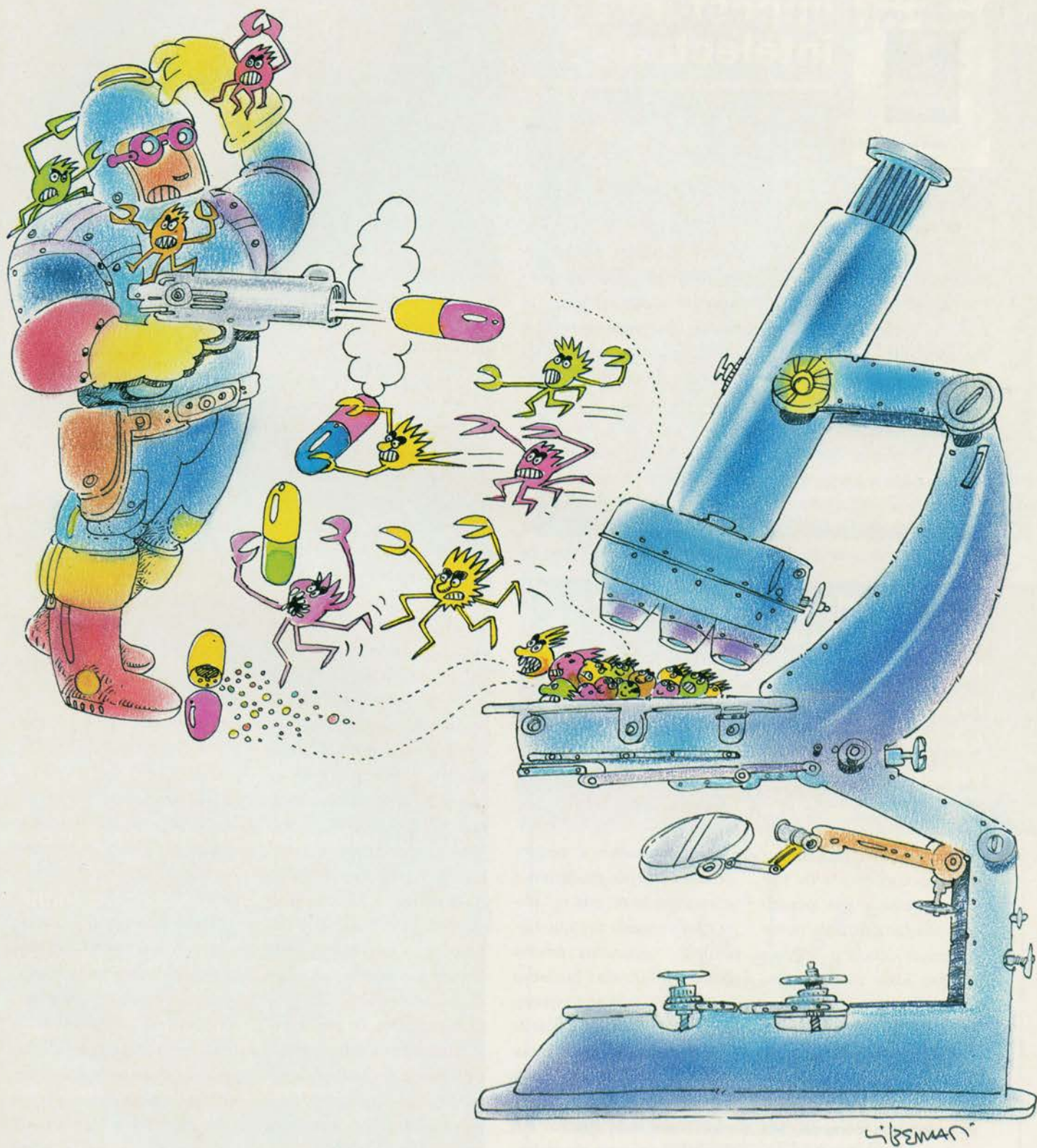
Tomando por base esses valores, considerados menores do que a média pelo Cempre (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), a venda de todos os recicláveis do lixo de Ouro Preto geraria para os catadores uma arrecadação diária de R\$ 265,36 e mensal de R\$ 7.960,80. É bom lembrar, entretanto, que é quase impossível obter o envolvimento total da população num programa de coleta seletiva, e que esta, quando bem planejada e executada, torna-se bem mais cara (do ponto de vista imediato) do que a coleta convencional. Entretanto, os programas de reciclagem não devem colocar como prioridade única o lucro, uma vez que a redução dos problemas ambientais e de saúde pública devem possuir nesses casos maior importância do que a simples obtenção de receitas.

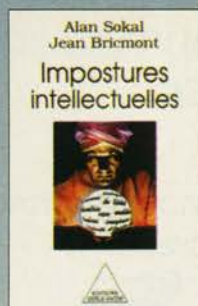
Do ponto de vista da indústria de transformação, os resultados da caracterização física dos resíduos sólidos de Ouro Preto indicam que 35% do total têm potencialidades para reciclagem, enquanto mais de 50% que hoje vai diretamente para os lixões podem ser transformados em composto orgânico.



Participação (%) dos diferentes constituintes nos resíduos sólidos domésticos de Ouro Preto após 10 amostragens (1994-95)

Os obstáculos para a implantação de um programa bem-sucedido de reciclagem são a falta de um mercado estável que absorva os materiais recuperados do lixo, a variação na quantidade desses materiais e o alto teor de impurezas misturadas aos recicláveis, quando não há coleta seletiva, implicando dificuldades tecnológicas para as indústrias de transformação. Mesmo assim, esforços na esfera dos municípios devem ser implementados com urgência, em busca de soluções inovadoras que envolvam sempre a população, cuja participação é indispensável.





Quem são os impostores intelectuais?

Impostures intellectuelles, Paris, Editions Odile Jacob, 1997

Encomendas à Livraria Francesa: (011) 231-4555

Alan Sokal, professor de física da Universidade de Nova York (Estados Unidos), e Jean Bricmont, professor de física teórica da Universidade de Louvain (Bélgica), lançaram recentemente um livro que ostenta um título provocador: *Imposturas intelectuais*. Mas quem são os 'impostores'? Os autores franceses que, pelo menos nos Estados Unidos e em outros países, recebem o título de pós-modernos. Acontece que grande número des-

trar como esses pensadores 'pós-modernos': a) falam de teorias científicas das que só têm uma vaga idéia; b) importam para as ciências humanas noções das ciências exatas sem justificativa empírica; c) exibem uma erudição superficial para impressionar o leitor com termos científicos; d) manipulam frases desprovidas de sentido e se entregam a jogos de palavras vazios.

Em suma, Sokal e Bricmont vêm a si mesmos como os

Sokal e Bricmont vêm a si mesmos como os que desmascaram a mentira dos filósofos pós-modernos e gritam que "o rei está nu" para "dar coragem aos que trabalham seriamente nesses domínios (ciências humanas e filosofia), criticando exemplos manifestos de charlatanismo"

ses escritores utilizam em seu discurso conceitos e/ou termos científicos que pertencem aos campos mais novos ou em evidência da ciência ou que lidam com questões de fundamentação teórica: a teoria de conjuntos e a lógica matemática (em particular, o teorema de Gödel), a topologia, a relatividade, a mecânica quântica, a teoria do caos, os fractais. Sokal e Bricmont declaram que aspiram mos-

que desmascaram a mentira dos filósofos pós-modernos e gritam que "o rei está nu" para "dar coragem aos que trabalham seriamente nesses domínios (ciências humanas e filosofia), criticando exemplos manifestos de charlatanismo". Mas isso não é tudo. Como os autores não se cansam de repetir, seu alvo é duplo. O segundo objetivo é o que eles chamam de "relativismo cognitivo", que cons-

titui um ingrediente epistemológico essencial de grande parte do discurso gerado nos programas de *cultural studies* e *sciences studies* das universidades norte-americanas.

A obra consta de uma introdução, uma série de capítulos, um epílogo e um apêndice em duas partes. A introdução é significativa. Nela os autores apresentam suas intenções e defendem-se das possíveis objeções que enumeram: ter ido à caça de pequenos fragmentos textuais com imprecisões pouco relevantes na hora de julgar uma obra do pensamento; ser cientistas "limitados" incapazes de captar o caráter profundo do que querem dizer os pensadores; interpretar os autores literalmente sem levar em conta o caráter poético, metafórico ou analógico das expressões e termos científicos usados ou impedir os filósofos de falar de ciência pelo mero fato de não terem um diploma correspondente.

O mais substancial do livro são os capítulos dedicados a cada um dos autores escolhidos: o psicanalista Jacques Lacan, a teórica da literatura Julia Kristeva, a crítica feminista Luce Irigaray, o sociólogo da ciência Bruno Latour, o sociólogo e filósofo Jean Baudrillard, o filósofo Gilles Deleuze, o psicanalista Félix Guattari e o teórico da técnica e das comunicações Paul Virilio. Em notas de pé de página aparecem outros nomes da constelação parisiense, como o filósofo François Lyotard e o historiador e filósofo da ciência Michel Serres.

Em cada capítulo, Sokal e

Bricmont selecionam um número de textos do autor correspondente para fazer uma crítica minuciosa, desde o ponto de vista da significação e do uso adequado (ou não) dos termos e conceitos científicos que neles aparecem. Assim, desfilam nas páginas de *Impostures intellectuelles* a topologia e a lógica matemática de Lacan; a aplicação do axioma de eleição e da hipótese do contínuo à análise do discurso poético efetuada por Kristeva; a incorporação dos atratores estranhos e os espaços não-euclidianos em uma reflexão sobre a história devida a Baudrillard; a proliferação logorréica de neologismos pseudocientíficos como 'teletopologia' ou 'espaço dromosférico' nos livros de Paulo Virilio; o uso (e abuso) da geometria de Riemann e a mecânica quântica por Deleuze e Guattari; a condenação da mecânica de fluidos como ciência masculina em Irigaray; a caracterização de Lyotard de uma certa 'ciência pós-moderna' (constituída pela geometria fractal, a teoria das catástrofes, o teorema de Gödel, a indeterminação quântica e outros desenvolvimentos científicos sedutores).

Sokal e Bricmont acusam os 'pós-modernos' não só por usarem termos científicos sem se preocuparem com seu significado, empregarem em seus textos analogias científicas não justificadas, cometerem erros matemáticos ou utilizarem palavras técnicas para impressionar o auditório, mas também por escreverem so-

bre a base de frases absurdas e de falarem sem saber o que está sendo dito (o que vai além das questões científicas no sentido estrito).

Os desmascaradores das 'imposturas' explicam abundantemente no texto e nas notas de rodapé os conceitos de matemática e ciência que, a seu ver, sofrem abuso.

O livro inclui dois *intermezzos* de peso diferente: um, muito significativo (e discutível), sobre o relativismo cognitivo na filosofia da ciência e outro, mais ocasional, sobre o abuso do teorema de Gödel e a teoria de conjuntos. O último dos capítulos é dedicado à conhecida polêmica sobre a relatividade entre o filósofo Henri Bergson e Albert Einstein. Sokal e Bricmont defendem a tese de que uma das origens dos abusos dos termos científicos pelos filósofos deveria ser buscada nas confusões sobre a relatividade que Bergson disseminou em seu livro *Duração e simultaneidade* (*Durée et simultanéité*, 1922).

O epílogo sintetiza as principais acusações que os autores levantam contra os 'pós-modernos': deleite no discurso obscuro, subjetividade, ceticismo, relativismo cognitivo e a preferência pela linguagem em vez dos fatos referidos por ela.

A primeira parte do apêndice contém uma versão francesa do artigo 'Transpondo as fronteiras: rumo a uma hermenêutica transformadora da gravidade quântica', que Sokal enviou para avaliação – e conseguiu publicar – no

Social Text, que é uma paródia dos artigos daqueles que abusam do jargão científico vazio de conteúdo. A segunda parte do apêndice explica cada um dos 'truques' usados para enganar os editores do *Social Text*, que, segundo Sokal, teriam se sentido elogiados pelo fato de um cientista 'duro' ter se somado à sua empresa intelectual.

O livro é, na realidade, dois livros. O primeiro critica o emprego de termos e noções científicas no que os autores chamam de discurso "pós-moderno". O segundo é uma análise do que Sokal e Bricmont denominam "relativismo cognitivo". Eles reconhecem que essas são duas linhas diferentes, embora as considerem ligadas e afirmem que se "reforçam mutuamente" – o que é verdadeiro apenas em parte. A fusão dessas duas correntes de crítica analítica poderia estar justificada pragmaticamente pelo fato de que o verdadeiro alvo do livro é o meio universitário norte-americano, o único em que convergem os resultados da filosofia francesa contemporânea e uma interpretação relativista da ciência, de um modo muito peculiar e perceptível na retórica caracterizada como sincrética, exuberante, agressiva, minuciosa e cheia de citações procedentes de campos do conhecimento muito distantes entre si. Mas então por que se publica o livro em Paris? Aceitamos que o que os autores chamam "a atitude desenvolvida com respeito ao discurso científico" e o relativismo cognitivo são

dois ingredientes do complexo retórico-conceitual-institucional próprio das universidades norte-americanas que Sokal tem em mente. Mas isto não deveria nos fazer perder de vista o fato de que se trata de coisas que pertencem a ordens diferentes. A primeira é mais uma questão de um discurso particular (o dos mandarins parisienses e seus bajuladores); a segunda toca alguns dos problemas mais complexos que a filosofia vem tratando desde a antiguidade.

Os autores de *Impostures intellectuelles* utilizam uma série de argumentos problemáticos para cimentar sua tese, nada inocente e de grande alcance, segundo a qual uma das causas do relativismo cognitivo em ciência teria

kal e Bricmont acusam alguns dos escritores que criticam por usar termos científicos como palavras correntes com o significado do "senso comum". Parece aqui que os médicos deveriam tomar uma dose maior do remédio que recomendam.

A recepção do livro

Impostures intellectuelles teve uma curiosa recepção em seu país de origem. Muitos meios jornalísticos reagiram com um traço muito obscuro da sociedade francesa: o chauvinismo. A série de artigos que *Le Nouvelle Observateur* dedicou ao tema (25/9/97 a 1/10/97) intitula-se 'Nossos filósofos são impostores?'. Sokal e Bricmont são acusados por Kristeva de "francofobia" provocada pelo me-

Qualquer um que tenha tido que transitar no deserto de palavras ocas do discurso 'pós-moderno' e suportar a retórica manipuladora e soberba de seus autores vai agradecer a Sokal e Bricmont por terem feito um trabalho saudável e necessário

sido que a filosofia da ciência se separou da razão comum. Para contrapor a essas vazias abstrações da filosofia da ciência um modelo correto, Sokal e Bricmont dedicam-se a assimilar a metodologia da ciência a uma investigação detetivesca e ao senso comum. Mas não podemos deixar de nos perguntar por que deve a metodologia científica necessariamente ser assimilada pelo senso comum. De fato, So-

do à colonização cultural das universidades norte-americanas pelo pensamento francês. Assim mesmo, a autora insinua "interesses" vinculados à "nova divisão do mundo" que pudessem estar por trás do ataque de Sokal e Bricmont. Sugestões no mesmo tom tinham sido apresentadas por Bruno Latour em um artigo que publicou antes do lançamento do livro ('Existe alguma ciência depois da guerra

fria?', *Le Monde*, 18/1/97). Dá pena ler que um autor original e respeitado compara Sokal a uma "mistura de Voltaire e McCarthy" e a revoada provocada pelo artigo no *Social Text* a uma nova 'guerra fria' desatada por físicos que nada têm a fazer depois que acabou a rixa contra o Leste.

Entre as respostas a *Impostures intellectuelles*, a mais articulada parece ter sido a do físico Jean-Marc Lévy-Blond, professor de Niza, que questiona sobre a base do caráter metafórico dos termos científicos utilizados pelos 'pós-modernos' (*La Recherche*, novembro/97). Ele também menciona vários casos de físicos que afirmaram barbaridades filosóficas, manifestando assim uma crença na hegemonia metodológica e

Todo discurso hermético constitui fonte de poder, já que sempre existe alguém que arroga a si mesmo a exclusividade de sua interpretação, a qual é dispensada em função de algum tipo de intercâmbio de valor (simbólico ou de outro tipo). É certo que o discurso das ciências 'duras' também foi e é brandido perante os não-iniciados como espantinhos para inspirar terror e aumentar o prestígio dessas disciplinas. Mas podemos nos defender aqui recorrendo ao simples expediente de conseguir um livro tipo 'aprenda você mesmo', memorizar o jargão e os símbolos, apontar o lápis e pronto. O inefável pode ser legítimo em alguns aspectos da experiência humana (a poesia ou a literatura mística), mas de-

temática nem consideramos suficientemente fundamentadas ou dignas de atenção demasiada as tentativas de reducionismo fisicalista. O que não está claro é qual é a posição dos autores sobre esse assunto.

Qualquer um que tenha tido que transitar no deserto de palavras ocas do discurso 'pós-moderno' e suportar a retórica manipuladora e soberba de seus autores vai agradecer a Sokal e Bricmont por terem feito um trabalho saudável e necessário. Mas, pelo menos em um caso (Latour), sua análise restringiu-se a apontar os erros científicos de um artigo em particular. A menos que desejemos correr o risco de assumir que a leitura de alguns fragmentos textuais com erros pode substituir o conhecimento *in extenso* das obras, teríamos que ser cautelosos com o que é lícito (ou ilícito) inferir da empresa sokaliana. É verdade que a "topologia lacaniana" se aproxima assintoticamente do charlatanismo e que seu discurso, por vezes, é assimilável aos delírios sistemáticos que o próprio Lacan estuda; também é verdade que, buscando com paciência, podemos encontrar em seus textos brilhantes intuições de psicopatologia. As idéias de Latour e do 'programa de Edimburgo' merecem análise e consideração, independentemente do juízo final que possa ser emitido sobre elas. O mesmo pode ser dito da obra filosófica de Derrida ou Foucault, que representou grande parte do pensamento da segunda metade de nosso

século – Sokal e Bricmont não incluem esses filósofos, mas consideram o último como o *cheerleader* (líder de torcida) dos autores criticados. Separar o joio do trigo é trabalho árduo, mas talvez não possamos nos poupar disso. Reduzir uma obra a seus defeitos é como julgar uma vida por seus erros. Sokal lembra que Bertrand Russell deixou de ler Hegel quando se deu conta de seus erros matemáticos. O argumento é bom, mas questionável: Russell afirma em um de seus muitos livros que "a filosofia deveria nos dar a conhecer o fim da vida" e, no mesmo parágrafo, que "a filosofia não pode por si mesma nos dar a conhecer o fim da vida". Deixaríamos por isso esse autor fundamental? Mais ainda, se fôssemos julgar os cientistas pela profundidade ou pertinência de seus enunciados filosóficos, temo que leríamos muito pouca ciência.

A 'brincadeira' de Sokal levantou maremotos de tinta fresca porque toca pontos sensíveis onde se cruzam questões filosóficas de fundo. Pense-se o que for de Sokal e de seu amigo belga, não é pouco o mérito de nos terem aberto possíveis caminhos para um debate que até agora permanecia fechado. Espero que esses comentários não tenham traído demais o espírito da convocação.

Miguel de Asúa

Ciencia Hoy, Argentina

*Adaptação de texto publicado na revista *Ciencia Hoy* (vol. 8, nº 43) em novembro/dezembro de 1997

Separar o joio do trigo é trabalho árduo mas talvez não possamos nos poupar disso.
Reduzir uma obra a seus defeitos é como julgar uma vida por seus erros

epistemológica da física, assim como um grande desconhecimento de outras áreas do saber humano.

Algumas reflexões

A brincadeira e o livro de Sokal são um sopro de brisa fresca nas asfixiantes e enclausuradas *coteries* (círculos fechados) de certos setores das ciências humanas e sociais. Foi um filósofo francês de la *rive gauche*, Michel Foucault, o primeiro a chamar a atenção para os vínculos entre discurso e poder.

cididamente não o é no âmbito das ciências humanas e sociais.

Mas por trás do sutil assunto do discurso está o também complexo e delicado tema da racionalidade. Muitos dos que nos dedicamos às ciências humanas advogamos com energia a favor da racionalidade, do rigor e da transparência discursivas, na crença de que existe a realidade e de que o mundo é, em princípio, inteligível. Mas, logicamente, não estaríamos dispostos a restringir tal racionalidade à da ma-

O universo dos quanta – Uma breve história da física moderna

Olival Freire Júnior e Rodolfo Alves de Carvalho Neto, São Paulo, Editora FTD, 1997

Parte da coleção *História da ciência e da técnica*, o livro pretende apresentar a física quântica, considerada pelos autores como indispensável ao processo de “alfabetização científica do cidadão”. Em lugar de tentar buscar uma definição comum dessa teoria física, “elaborada no essencial entre 1900 e 1927”, o leitor é convidado a elaborar, ao longo do livro, sua própria definição do que seja essa ciência. Freire e Carvalho destacam o impacto da física quântica na sociedade contemporânea e evitam uma exposição sistemática de conceitos, com muita matemática. Preferem contar a história de uma forma leve e bem ilustrada, partindo dos gregos antigos, passando pela grande revolução científica do século 17, associada aos nomes de Galileu Galilei e Isaac Newton, até os dias atuais.



Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil

Melquíades Pinto Paiva (coord.),

Fortaleza, Edições UFC, 1998

O livro apresenta um amplo panorama do potencial e das formas de exploração dos recursos pesqueiros estuarinos e marinhos brasileiros. Depois de detalhar o quadro nacional e fazer comparações com o cenário mundial, o coordenador e também responsável pelo texto final, Melquíades Pinto Paiva, conclui que a produção brasileira destes recursos “encontra-se relativamente estabilizada ou mesmo em declínio”. A obra destaca também a baixa qualidade das estatísticas pesqueiras e a necessidade da melhoria dos registros e também da identificação das espécies. “É preciso eliminar de nossas estatísticas a confusão reinante quanto às espécies exploradas”, escreve o autor.



Microcosmos – Fantástica aventura da natureza

Caude Nuridsany e Marie Perennou,

São Paulo, Grupo Mundial filmes, 1998

Vencedor de cinco prêmios César (diretor de documentário, som, trilha sonora, fotografia e montagem) e selecionado para a mostra oficial do Festival de Cannes, no ano passado, o filme *Microcosmos – Fantástica aventura da natureza* ficou consagrado mesmo por seu grande sucesso com o público de todas as idades. O lançamento em vídeo amplia o alcance do documentário de 75 minutos, no qual um dia na vida de diversos insetos é apresentado como uma aventura,



com imagens espetaculares. Resultado de um trabalho de 15 anos de pesquisa, dois anos para o desenvolvimento de equipamentos e três anos de gravações, o filme pode ser uma boa alternativa para as aulas de biologia das escolas de 1º e 2º graus.

A ontologia da realidade

Humberto Maturana,

Belo Horizonte, Editora UFMG, 1997

O livro é uma coletânea de artigos publicados separadamente em diversas revistas científicas de vários países e permite ao leitor brasileiro uma apreciação do trajeto das reflexões de Maturana. Autor de inúmeras obras e dono de prêmios e distinções, como Doutor Honoris Causa da Universidade de Bruxelas e Prêmio McCulloch da Sociedade Americana de Cibernética, o cientista chileno põe em questão conceitos fundamentais para a compreensão da fenomenologia do ser humano: “o que é ver, o que é perceber, o que são a linguagem, a racionalidade, as emoções, a consciência e a realidade”. Todo o discurso de Maturana é feito a partir da biologia e os textos mostram como foram exploradas até as últimas consequências sua pesquisa experimental em neurofisiologia da visão e suas investigações em bioquímica.



Descartes – Um legado científico e filosófico

Saul Fuchs (org.),

Rio de Janeiro, Relume Dumará, 1998

O livro conta com textos de historiadores da ciência, cientistas e professores universitários apresentados durante o *Colóquio Internacional Descartes: um legado científico de 400 anos*, realizado em 1996, na Coppe (UFRJ). Os 12 textos apresentam uma análise abrangente de sucessos e fracassos da obra científica de Descartes, destacando suas contribuições à física, filosofia, epistemologia e teoria da mente.



POR QUEM ARDE A AMAZÔNIA?

GUSTAVO A. B. DA FONSECA

Conservation International do Brasil

Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

OS INCÊNDIOS NO ESTADO DE RORAIMA, já considerados tão graves como aqueles registrados na Indonésia no ano passado, revelam o maior panorama trágico enfrentado pela Amazônia. Todos correm atrás dos culpados: é o El Niño, afirmam os conformados frente às imponderáveis forças da natureza; é o governo, despreparado, desatento e lento na busca de auxílio e soluções; são os agricultores e pecuaristas, que usam o fogo com o descaso típico daqueles que interpretam as terras da região como recurso barato e inesgotável; são até os índios, com suas pequenas roças de mandioca. Os ecologistas-carpideiras, dizem, seguem a trilha da desgraça, explorando o infortúnio alheio. Os cientistas, em clausura voluntária em sua torre de marfim, são incapazes de produzir dados que permitam antecipar desastres desse porte. Enfim, os culpados são todos. E, como sempre, ninguém em particular.

Mas a Amazônia queima também em virtude de seus próprios pecados, reflexos congeniais da sua inflexível ecologia. Por que cargas-d'água foi ser fruto de um complexo e frágil sistema hídrico? Quem a mandou florescer sobre solos pobres e rasos, incapazes de perpetuá-la sob a mais débil agressão? Quem a mandou depender de intrincadas inter-relações entre os elementos de sua flora e fauna, mais numerosos do que em qualquer outra região do planeta, além de torná-los, individualmente, tão vulneráveis? Por que insiste em resistir à colonização se aceitou abrigar por milhares de anos populações indígenas, sem com elas travar essa guerra de vida ou morte? Que diabo de ecossistema é esse que, após persistir por centenas de milhares de anos, teima em incandescer em resposta ao desmatamento em nível que pode ser considerado até civilizado? Afinal, os satélites ainda detectam 80% ou mais da região com cobertura florestal. Como se não bastasse, por que tinha que alojar seu bojo justamente no nosso país? Pelo que parece, a Amazônia não tem jeito; só tem servido para nos envergonhar perante a comunidade internacional.

Choradeira à parte, as queimadas de Roraima são apenas uma manifestação mais crítica do mal crônico contraído pelo organismo amazônico: o desmatamento. Na sua porção sul, um cinturão de fogo estende-se do sul do Acre, passando por Rondônia, norte do Mato Grosso, sul do Pará e Tocantins, ardendo intermitentemente desde o início da década. Exatamente nessa região nasce boa parte dos rios que alimentam esse ecossistema e já mostram inequívocos indícios de esgo-

tamento. Como nas doenças crônicas, os sintomas são agravados em alguns períodos, em outros mostrando ilusórios sinais de melhora. Mas, ao longo do tempo, a crescente fragilidade atrai infecções oportunistas de caráter localizado, como os pólos madeireiros de origem nativa e exótica. Como moléstias secundárias, seguem-se as estradas, por sua vez induzindo a fragmentação florestal e a colonização em bases não-sustentáveis. Basta então um resfriado, como o El Niño, e vem o fogo, carrasco último do tecido debilitado.

Seria injusto considerar que não tenham sido honestamente tentadas, ou no mínimo concebidas, terapias de combate a esse elenco de moléstias. Com o auxílio de agências de financiamento internacionais, dezenas de milhões de dólares anuais têm sido investidos na Amazônia na busca de soluções para os problemas aparentemente identificados. No entanto, o organismo amazônico parece insensível aos tratamentos ministrados, conseqüência talvez de equívocos no diagnóstico. Mas é mais provável que a ausência de resultados esteja associada ao combate preferencial aos sintomas, esquecendo-se de atacar as causas do problema.

Como um índio do passado, domado e escravizado, mas pouco cooperativo, a Amazônia resiste em sangrar riquezas perenes para seus amos colonizadores. As verbas despejadas em projetos de colonização, infra-estrutura e exploração de recursos naturais são rapidamente metabolizadas pelo sistema, desaparecendo sob o pó e a fumaça. Mas o preço da resistência, infelizmente, continua a ser a lenta agonia amazônica rumo ao desaparecimento. A cada nova agressão, menor é a capacidade de resposta. E no rastro do malfadado modelo de desenvolvimento seguem os bandos de despojados, mais miseráveis.

Restam enfim os parques, as reservas indígenas e outras áreas teoricamente protegidas, corações e mentes da frente de resistência. Essas ainda contribuem para a manutenção de um certo grau de saúde do ecossistema amazônico, abrigando uma parte da biodiversidade necessária à sua sobrevivência a longo prazo. Por outro lado, as variadas paisagens da Amazônia, unas mas interdependentes, não poderão se defender apenas nos parques e reservas-trincheira. Esses, eventualmente, desaparecerão um a um. Somente a conservação das grandes paisagens contínuas irá permitir que o sistema ainda preserve certa capacidade de resistência e recuperação.

A Amazônia se enxerga como é: a floresta e a Amazônia, a Amazônia e a floresta. Por quem, então, arde a Amazônia? Por ela mesma, exercício de auto-imolação em fútil protesto à nossa ignorância.



História do café recuperada

Reforma da primeira fazenda cafeeira deve ser concluída ainda este ano

A história da monocultura de café no Brasil começa – pode-se dizer – na fazenda Pau d'Alho. No município de São José do Barreiro, a 270 km de São Paulo, a fazenda foi identificada em 1942 – quando, na verdade, estava completamente descaracterizada por sucessivas reformas – e tombada em 1962. Hoje, 31 anos depois de deslanchado o processo de reforma – em 1967 –, a recuperação está prestes a ser concluída. A fazenda poderá ser usada como centro cultural e comunitário, local para visitação escolar e, eventualmente, para turismo.

As obras estão nas mãos do arquiteto José Saia Neto, do Instituto Brasileiro do Pa-

trimônio Cultural. Se tudo correr bem, Saia afirma que terá o conjunto arquitetônico acabado e guarnecido de móveis de época ainda este semestre.

Do auge à decadência

O nome pau-d'alho refere-se a uma madeira comum na região que, embora não sirva de tempero, tem, quando esmigalhada, forte cheiro de alho. Quanto ao empreendimento cafeeiro, começou em 1817. Em fins do século anterior, com a queda acentuada da mineração em sua maior colônia, Portugal incentivava outros usos para as terras brasileiras. Ao mesmo tempo, a cana-de-açúcar entrava em franca decadência, principal-

mente devido à concorrência da beterraba – os países consumidores do açúcar de cana passavam a produtores do açúcar de beterraba. Sem tecnologia, com terras exauridas por causa de uma ocupação imprevidente, o país se viu com um superávit de escravos e pressionado na busca de uma alternativa econômica.

Nessa conjuntura, o café aparecia como alternativa, embora de futuro bem duvidoso. Plantado no Brasil – no Norte – desde 1727, era usado como planta ornamental, para produção de uma bebida dita medicamentosa e, eventualmente, como bebida estimulante. Como acontece com outras tantas plantas domés-

ticas, era parte da horta de subsistência de qualquer fazenda. Mas plantar café extensivamente não parecia uma boa idéia. A planta é pouco resistente às geadas e a temperaturas que ultrapassam os 33°C e precisa de chuvas regulares. Além disso, plantado o primeiro pé, ele só dará frutos cinco anos depois, o que significa um vultoso investimento inicial. De fato, uma lavoura de café só se paga inteiramente depois de uma década.

Mas uma série de coincidências contribuiu para a guinada em direção a essa cultura. Primeiro, a situação internacional do mercado açucareiro, algodoeiro e de tabaco, totalmente desfavorável ao Brasil. Depois, o fato de os recém-independentes Estados Unidos serem grandes consumidores da bebida. O mercado norte-americano era abastecido por plantações



Prensa usada para fazer farinha de milho



Vista da porta da senzala. À esquerda, a tulha, onde se escolhia e estocava o grão de café. Em frente, à esquerda, pátio da casa principal. Em frente, no meio e à direita, oficinas. No centro, terreiro onde se secava o café

FOTOS: JESUS DE PAULA ASSIS

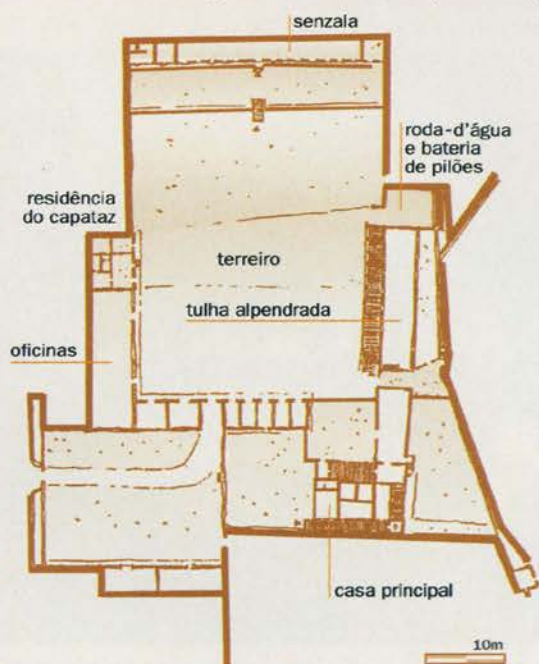
inglesas e holandesas. O fato de esse grande mercado consumidor se voltar contra a Inglaterra foi o sinal para que os plantadores brasileiros investissem nessa lavoura. Do lado norte-americano, isso tinha duas vantagens: não mandar dinheiro para sua ex-metrópole e assentar as bases de um novo império econômico na América do Sul: em meados do século 19, segundo Caio Prado Júnior, 50% do café brasileiro era comprado pelos Estados Unidos e, frise-se, o Brasil produzia praticamente só café.

Onde plantar então? No Norte e Nordeste? Não dava mais: as terras estavam exauridas. No Sul, o melhor era tentar ficar na periferia da capital, no Rio de Janeiro. E foi isso o que aconteceu: a soma de clima favorável e de um grande porto para escoamento levaram o café a se espalhar do Rio em direção a

São Paulo e Minas Gerais. Nesse eixo está a fazenda Pau d'Alho, em um terreno acidentado, bem protegido de ventos, entre a Mantiqueira e o litoral, próximo à então recém-aberta estrada que ligava São Paulo ao Rio – estrada essa usada até que se inaugurasse a via Dutra.

No vale do Paraíba, a produção era estimulada desde o início do século. Um dito da Câmara de Lorena – datado de 24 de julho de 1800 – já exortava os fazendeiros a produzirem o café, “pois além de ser o gênero de mais aumento, utilidade e pronta saída, também o de mais interesse, que poderá render, conforme temos calculado, de 50 até 60 mil réis e por serem os únicos gêneros, esperamos que dê para diante ainda maiores interesses”.

Com esse estímulo, a plantação de café começou a se alastrar, mas jamais ocupando



Todas as atividades da fazenda estavam diretamente voltadas para os terreiros, apenas a sede era isolada por jardins e pátios.



Saleta anexa à cozinha da casa principal. No armário, desenhado à mão para imitar pinho-de-riga, guardavam-se utensílios de mesa (a peça tem cerca de 3 m de altura)



Vista dos fundos da casa principal. Primeiro, vem o pátio interno da casa; depois, o terreiro e, ao fundo, no alto, a senzala

espaço de exclusividade em um empreendimento qualquer. O café continuava a conviver com a cana-de-açúcar – agora muito mais para abastecer o mercado interno com açúcar e pinga –, o arroz, o milho e a pecuária. Empreendimentos como a Pau d'Alho, de produção quase exclusiva de café, descontando a horta doméstica para

subsistência dos envolvidos na produção, são nesse sentido pioneiros.

Como era necessário esperar cinco anos entre o plantio e a primeira colheita, de 1817 a 1822, ano em que foram colhidos os primeiros grãos da Pau d'Alho, João Ferreira de Souza sobreviveu plantando milho, arroz e produzindo aguardente. No iní-

cio, seu patrimônio se resumia a 60 mil pés de café, trabalhados por 60 escravos. No auge, em 1875, chegou aos 150 escravos e 390 mil pés de café.

A sequência do trabalho na fazenda era: colheita do café, lavagem dos grãos com água, despulpamento dos grãos com uma bateria de pilões movida por uma roda-d'água, secagem no terreiro, escolha dos grãos em uma extensa mesa na varanda da tulha, ensacamento, estocagem e, por fim, despacho do produto em lombo de burro.

Por volta de 1880, veio a decadência. Como aconteceu antes com a cana nordestina, as terras estavam exauridas, devido a um plantio de cunho imediatista. O café, no entanto, continuava se alastrando. Agora, o centro já não era mais o vale do Paraíba, mais a região de Campinas. Com isso, o escoadouro deixou de ser o Rio de Janeiro, passando a Santos o papel de grande entreposto exportador. São Paulo cresceu, seus barões prosperaram e dominaram a política brasileira até Getúlio Vargas. A partir de Campinas, o café se estenderia, sempre sobre a terra roxa, para Ribeirão Preto, ao norte, e Paraná, ao sul. Dada a topografia da região, menos acidentada que a do vale do Paraíba, a devastação provocada pela cultura cafeeira foi menor e as fazendas prosperaram por muito mais tempo, apoiadas por um sistema eficiente de estradas (incipiente no vale do Paraíba) e por extensas lavouras, contra pro-

**Ao lado,
roda-d'água que está
sendo restaurada**

**Na foto abaixo, o hotel
e restaurante Sant'Ana,
onde Monteiro Lobato
fixou residência
quando foi promotor
da cidade de Areias,
que fica no caminho
para a fazenda Pau d'Alho**

priedades relativamente acanhadas na região onde está a Pau d'Alho. Esta, como suas vizinhas, voltou-se para a pecuária, sem retomar o viço da primeira metade do século.

O conjunto arquitetônico

Hoje, a fazenda pertence ao extinto IBC (Instituto Brasileiro do Café) e está sendo reformada com verbas federais pelo Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural. Quando a propriedade foi identificada, em 1942, pelo então Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, e considerada digna de restauração e de apropriação pelo Estado, muitas estruturas originais já haviam desaparecido, seja por demolição, rapinagem (o teto do prédio da senzala virou lenha) ou pela ação do tempo e dos cupins.

Todo o conjunto é cercado por muros, o que dá – para quem chega pela estrada que liga os municípios de Areias e São José do Barreiro – a idéia de que se trata de uma fortificação.

A fazenda não tem nada de suntuoso. É prática: foi antes de tudo um negócio, feita para dar lucro, para ser funcional. Dessa forma, o local mais nobre é ocupado



pelo abrigo do maquinário mais caro da propriedade: a senzala. Em volta do terreiro, onde se espalhava o café para secar ao Sol, ficam edifícios para beneficiamento e escolha do café, a roda-d'água, usada para despolar os grãos, oficinas para produção de insumos e manutenção da fazenda (carpintaria, arreios, produção de alimentos para subsistência, como farinha de milho etc.) e a entrada da casa principal. Esta dispõe de sala de estar, três quartos, cozinha e uma pequeníssima capela. Do mobiliário, praticamente nada sobrou. Saia conseguiu alguns móveis de época na reserva técnica do Museu da Casa Brasileira, em São Paulo, e é com eles que pretende dar aos visitantes uma idéia de como se vivia em uma fazenda cafeeira há quase 180 anos.

Depois de terminar a reforma, o Patrimônio tentará conseguir a desapropriação de áreas em redor da Pau d'Alho, a fim de preservar a paisagem. Por ora, o que está garantindo a preservação do horizonte que se observa das janelas da fazenda não é qualquer consciência histórica dos vizinhos mas o fato de a região ser pobre e faltarem recursos para beneficiar as terras.



Jesus de Paula Assis

Especial para *Ciência Hoje/SP*

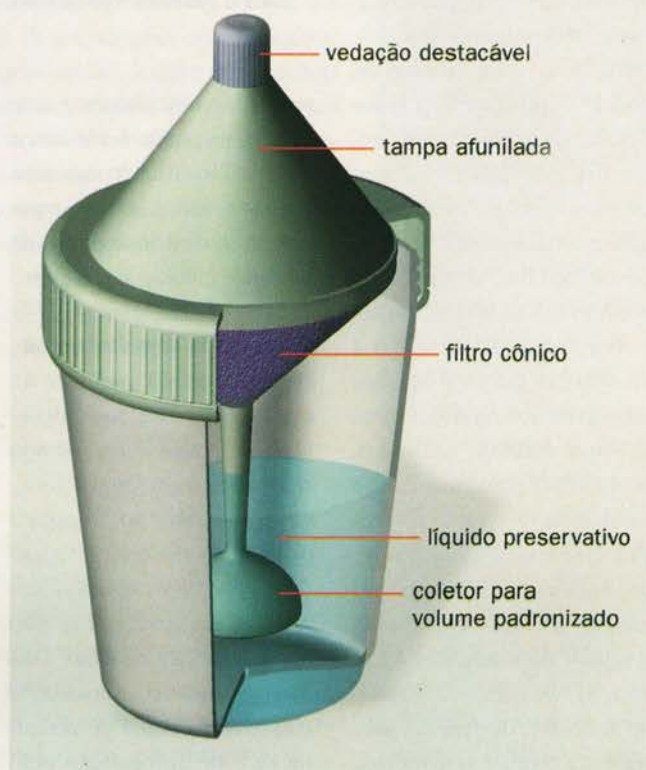
Teste parasitológico mais eficaz

Coletor de fezes criado por médico brasileiro facilita trabalho do laboratorista mas ainda é desconhecido pela maioria

Um teste parasitológico capaz de eliminar várias etapas da análise, facilitando o trabalho do examinador e permitindo um resultado mais confiável para o paciente. O ideal de todo laboratorista é realidade há 11 anos, mas ainda não conquistou a maioria da população. Talvez a pouca divulgação e o preço mais elevado do produto dificultem sua aceitação. Mas ele foi considerado mais eficaz que os coletores convencionais por várias universidades do país.

Criado por Francisco Leôncio Cerqueira, médico patologista do Hospital Heliópolis, do estado de São Paulo, o Sistema Integrado Coprotest, como é chamado, diferencia-se dos demais frascos para exames parasitológicos de fezes porque traz um coletor para volume padronizado da amostra a ser recolhida, um filtro e um líquido que atua na conservação. Nos coletores comuns, o trabalho do bioquímico consiste em deixar a amostra exposta ao ar no laboratório por cerca de 24 horas (para sedimentação espontânea), fazer a filtragem, a diluição e, finalmente, a observação microscópica.

Laudos de vários núcleos de pesquisa do país – entre eles o do Instituto Adolfo Lutz, em São Paulo, e da Universidade de Campinas – com-



provaram que, optando por um sistema como o Coprotest, o próprio paciente já está dando início à análise parasitológica, uma vez que a filtragem e a diluição da amostra tornam-se dispensáveis em laboratório. Pode-se dizer que o sedimento já está preparado para a análise microscópica, o que torna o trabalho do profissional mais cômodo e o resultado do exame mais confiável.

O produto é exportado para os Estados Unidos e para a Europa desde 1993. No Brasil, ele é adotado princi-

palmente por universidades, como a própria Unicamp, que trabalha exclusivamente com esse método. Mas o grande público ainda prefere os recipientes convencionais, talvez por falta de informações sobre o sistema integrado ou pelo preço. O Coprotest custa, em média, duas vezes mais que seus concorrentes no mercado: cerca de R\$ 3 em vez dos tradicionais coletores de R\$ 1,50.

Bianca da Encarnação

Especial para *Ciência Hoje/RJ*

Inventário para abelhas nativas

Catálogo das populações de Belo Horizonte servirá para manejo desses insetos

Um extenso inventário das abelhas nativas brasileiras dos gêneros *Melipona* e *Trigona* está sendo feito pela bióloga Yasmine Antonini, do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos da Universidade Federal de Minas Gerais. Os estudos vêm sendo realizados em diversas áreas da região metropolitana de Belo Horizonte, com o objetivo de conhecer a situação dessas populações e fornecer subsídios para seu manejo no futuro.

Os dados que obtiver na região estudada poderão, segundo a bióloga, ser extrapolados para outras áreas do país. Ela atém-se principalmente a duas espécies do gênero *Melipona* – *quadrifasciata* e *rufiventris*, popularmente conhecidas por man-

daçaia e urucu – e a uma espécie do gênero *Trigona*, a *Tetragonisca angustula*, conhecida como jataí.

O contínuo desmatamento em curso no Brasil e a introdução das abelhas africanas no país, há cerca de 40 anos, preocupam a pesquisadora. “Esses poderosos fatores de pressão comprometem o futuro das espécies nativas, e o primeiro passo no sentido de protegê-las é conhecer sua biologia e seu comportamento no habitat”, reconhece a bióloga. A urucu já consta da lista do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) das espécies ameaçadas de extinção, e a mandaçaia, embora ainda numerosa no país, caminha para uma situação de risco.



Mandaçaia coletando cera

Para Yasmine, essas espécies nativas são importantíssimas e precisam ser adequadamente protegidas, nem tanto pelo precioso mel que secretam, mas sobretudo por seu papel crucial na polinização de árvores nativas bra-

sileiras. “Elas têm adaptações que permitem uma polinização mais eficiente de determinadas espécies”, conta.

Ao contrário das exóticas espécies do gênero *Apis*, que se adaptaram muito bem no Brasil, alastrando-se por todo o país, nossas abelhas nativas não têm ferrão, são dóceis e de fácil manuseio. Isso as torna presa fácil dos chamados meleiros, que, para extrair o mel, cortam as árvores onde elas nidificam, dizimando toda a colônia. Por ações como essa, a bióloga defende também a criação de estratégias que conscientizem a população quanto à importância dessas abelhas.



Mandaçaia em flor de Croton

**Roberto Barros
de Carvalho**

Ciência Hoje/MG

MEDICINA

Método menos traumático para examinar cardíacos

Pesquisadores do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, em São Paulo, desenvolveram um método menos traumático para diagnosticar o risco de infarto em pacientes com problemas cardíacos. Os médicos Sergio Berti e Fausto Feres testaram em 70 pacientes uma sonda ultrafina (cateter), de apenas 1,32 mm de diâmetro. Os resultados divulgados nos *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* demonstraram que a recuperação dos pacientes foi mais rápida e a maior parte deles pôde voltar a andar uma hora após o exame. O método tradicional para diagnosticar o estreitamento das artérias coronárias é através de um exame de raios X com cateterismo e tem as consequências de uma pequena cirurgia.



ECOLOGIA

Aves indicam recuperação de áreas degradadas

Áreas até há pouco destinadas à extração de minério de ferro começam a ser objeto de estudos ambientais. A mineradora Samarco vem desenvolvendo há cerca de um ano e meio o monitoramento contínuo de aves em regiões de antiga extração mineral – agora reabilitadas –, através do projeto Ecologia e Conservação da Avifauna e seus Hábitats em Áreas da Mina de Germano, em Mariana (MG). Até agora foram cadastradas 160 espécies de aves, com registro fotográfico de várias espécies raras.

A presença de aves da região da Mina de Alegria – pertencente à unidade de



Ninho de tico-tico com dois filhotes, construído em uma goiabeira plantada pelo projeto de recuperação ambiental da Samarco

Germano – indica que o processo de recuperação da área degradada foi bem-sucedido: esses animais são relevantes na demografia das populações de plantas e na dinâmica e estrutura das comunidades vegetais. Entre as espécies que já freqüentam o local estão o beija-flor-de-gravatinha-verde, o canário-rabudo, o surucuá-de-barriga-amarela e o tico-tico.

Trogon surrucura ou surucuá-de-barriga-amarela mora nas matas próximas às áreas em recuperação e alimenta-se de insetos e frutos silvestres



INFECTOLOGIA

Novo biotério para experiências seguras

A Fundação Oswaldo Cruz instalou um moderno biotério para fazer experiências em primatas, que permitirá ter mais segurança para as pesquisas do que um laboratório convencional.

O novo infectório tem duas unidades construídas dentro de *containers* instalados por técnicos norte-americanos em uma área do *campus* especialmente preparada para receber os equipamentos. Cada unidade contém três salas: uma de equipamento de refrigeração para manter os animais no ar-condicionado continuamente, uma de manutenção dos macacos com capacidade para 48 gaiolas e uma sala de manejo, onde serão feitas as experiências. O custo total foi de US\$ 500 mil, financiados pela Organização Mundial da Saúde.

Os primatas podem ser usados para produzir várias vacinas, além de serem excelentes modelos para o estudo de doenças como febre amarela, poliomielite, sarampo, malária, Aids e outras viroses, por terem um sistema imunológico muito similar ao humano.





Pesquisadores da PUC-RS encontraram três ossadas de uma espécie desconhecida de dinossauro do período triássico (1), na região de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Os fósseis petrificados foram removidos das rochas pela equipe do Laboratório de Paleontologia da universidade, sob coordenação da professora Martha Richter. Uma das ossadas encontradas (2) está quase completa: apresenta mandíbula, bacia, coluna, pernas – medindo 80 cm – e pés. Entre as peças já identificadas estão o ílio, o ísquio e a púbis, que compõem a bacia; o fêmur, a fíbula e a tibia, que constituem a perna e os ossos tarsais e metatarsais, que integram o pé (3). Acredita-se que os animais tenham vivido há 220 milhões de anos e que mediam 1,5 m de comprimento. Das cerca de 300 espécies de dinossauros catalogadas no mundo, aproximadamente 20 são do período Triássico.

A **depressão** atinge 6% dos brasileiros e é a causa de 15% dos suicídios registrados no país, segundo pesquisa realizada pelo Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O estudo concluiu ainda que o risco de suicídio é maior entre jovens de 15 a 17 anos.

Um estudo da Embrapa e da Associação Brasileira de Agricultura Biológica mostrou que 17 tipos de **agrotóxicos** que sofrem sérias restrições no exterior – oito dos quais já proibidos em alguns países – são utilizados no estado do Rio de Janeiro.

Começaram em abril os primeiros cursos de pós-graduação em **tecnologia de internet** do Brasil. O uso da rede como instrumento de negócios é o principal enfoque dos cursos, com duração de quatro meses. Foram abertas apenas duas turmas, uma na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e outra na Universidade de São Paulo (USP).

Relatório do Instituto Nacional de Pesquisa Amazônica (Inpa) apontou um aumento considerável na **mortalidade de árvores** da região em decorrência dos efeitos do El Niño, no ano passado. O aumento da temperatura global e o rápido processo de desertificação na área preocupam os cientistas.

Doze milhões de brasileiros sofrem de **hipertensão**. Para avaliar os efeitos da prática de exercícios físicos sobre os níveis de pressão arterial, uma equipe de pesquisadores da USP vem realizando baterias de testes em voluntários hipertensos. A novidade é o uso de um aparelho que permite medir esses efeitos em apenas 24 horas.

A Fiocruz assinou um acordo com a Nasa para estudar a proteína produzida pelo protozoário causador do **mal de Chagas** na Estação Espacial Internacional Alpha, que entrará em operação em 2002. A vantagem do desenvolvimento da pesquisa no espaço é a ausência de gravidade, que permite preservar a estrutura molecular tridimensional da proteína, obtida mediante processo de cristalização.

O estado de São Paulo gera diariamente 18.232 toneladas de **lixo domiciliar**, o que equivale a uma média de 580 gramas por habitante/dia, informa um levantamento da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Dos 645 municípios paulistas, 77,8% ou 502 deles depositam o lixo produzido em sistemas inadequados.

O Instituto Butantã (SP) está dando, atualmente, prioridade para a produção do antídoto contra o veneno da **taturana assassina**. Esta lagarta causa, em média, 400 acidentes anualmente só no Rio Grande do Sul.

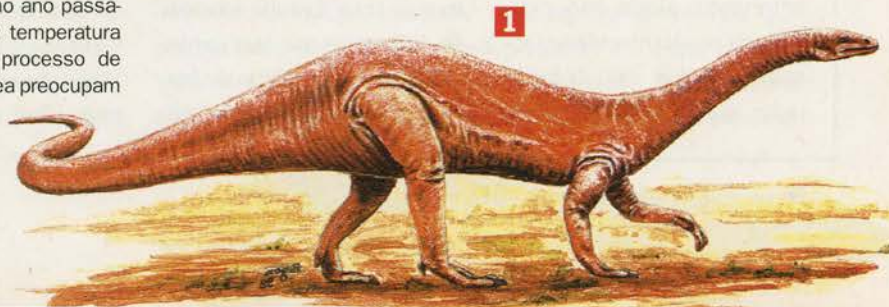
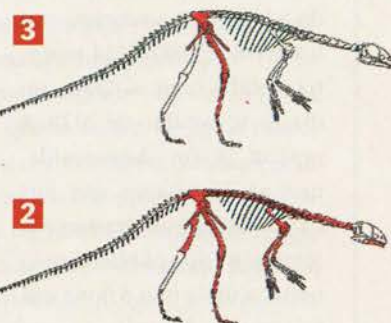
O museu do Primeiro Reinado, em São Cristóvão (RJ), foi reaberto, após um período de cinco anos. Montado na casa onde viveu a amante de D. Pedro I, **Marquesa de Santos**, o museu reconta a vida da corte no começo do século passado. Quadros, cartas e objetos de figuras ilustres da época – como a própria marquesa, o imperador e o Barão de Mauá – estão expostos.

O Governo brasileiro decidiu vetar o projeto da **hidrovia Paraná-Paraguai** por avaliar que representa grave risco ao equilíbrio ambiental do Pantanal do Mato Grosso. A ligação fluvial – que existe precariamente desde 1991 – permitiria o tráfego de navios de grande porte entre Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Bolívia (ver 'O custo ambiental da hidrovia Paraná-Paraguai' em CH 135).

Até 2020, 70 milhões de pessoas deverão morrer de **tuberculose**, alerta o relatório da Organização Mundial da Saúde. O Brasil, que se encontra entre os 10 países com maior número de casos, é criticado no documento pela falta de investimento no combate à doença.

Sessenta e nove por cento dos brasileiros que concluem o 2º Grau optam por ingressar direto no **mercado de trabalho** sem sequer tentar entrar na universidade, diz estudo do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Verificou-se ainda que 54% dos secundaristas já trabalham e preferem crescer no emprego a fazer um curso de nível superior.

Pesquisa da USP alerta para a alta incidência de doenças cardíacas nas mulheres da cidade do Rio de Janeiro: 143 em cada 100 mil **cariocas**, na faixa de 45 a 64 anos, morrem vítimas de doenças cardiovasculares.



ASTERÓIDES

CAUSAM IMPACTO NOS CINEMAS

O que pode ser pior do que um terremoto, um tornado ou um vulcão em erupção? Hollywood já tem a resposta: é um asteróide caindo na Terra. Duas superproduções sobre o assunto vão chegar aos cinemas nos próximos meses. *Deep impact*, produção de Steven Spielberg para a Paramount, mostra o ator Robert Duvall tentando evitar o choque de um cometa contra nosso planeta. *Armageddon* tem o astro Bruce Willis no comando de uma equipe de astronautas que sobe em um ônibus espacial para detonar um asteróide ameaçador.

Os filmes já estavam em fase final de produção quando a imprensa anunciou que o asteróide 1997 XF11 poderia colidir com a Terra no dia 26 de outubro de 2028. A notícia já foi desmentida, mas as manchetes nos jornais aumentaram bastante o interesse do público pelo tema. A idéia não é nova e já foi explorada pelo cinema nos anos 70. Naquele tempo, entretanto, ainda não existiam os modernos efeitos visuais criados em computador, e a encenação da ca-

tástrofe não impressionou ninguém.

A IDÉIA DO MIT

Curiosamente, a trama desses filmes não surgiu da cabeça de algum roteirista imaginativo. Brotou de um trabalho feito pelos estudantes de graduação do curso de engenharia de sistemas espaciais avançados do Massachusetts Institute of Technology, o popular MIT. Em 1967, o asteróide Ícaro passou perto da Terra e foi proposto aos estudantes que imaginassem um meio de desviá-lo, caso estivesse em curso de colisão com o nosso planeta. O resultado do estudo chamou-se 'Projeto Ícaro' e acabou publicado em livro. Descrevia uma catástrofe global provocada pelo impacto do asteróide e propunha uma solução simples. Um foguete Saturno 5, do mesmo tipo usado para enviar astronautas para a Lua, seria lançado ao encontro de Ícaro. No lugar de uma cápsula Apollo, o Saturno 5 levaria uma bomba nuclear de 100 megatons. Sua explosão, junto à superfície de Ícaro, poderia fornecer o impul-

so necessário para desviá-lo.

O 'Projeto Ícaro' entusiasmou alguns produtores de Hollywood e o resultado foi uma minissérie de TV e um filme-catástrofe para o cinema. A minissérie ganhou o nome de *Fogo no céu* e descrevia a destruição da cidade de Phoenix, no Arizona, pela queda de um pequeno núcleo cometário. No seriado, a Nasa lançava o foguete Titan 3 com duas ogivas nucleares para tentar desviar o cometa, mas a potência das bombas se revelava insuficiente.

A equipe de *Meteoro* teve melhor sorte. O filme chegou aos cinemas no Natal de 1979. Tinha Sean Connery, Henry Fonda e Nathalie Wood nos papéis principais, sob a direção de Ronald Neame. Novamente um cometa era o vilão da história. Ele colidia com o asteróide Orféus e lançava os fragmentos na direção da Terra. Um pedaço caía em Nova York, demolindo o prédio mais alto da cidade, o World Trade Center. Outro afundava Hong Kong sob um maremoto. Para evitar que o frag-

mento maior destruísse o mundo, Sean Connery disparava todos os mísseis nucleares da Rússia e dos Estados Unidos contra a montanha celeste. O asteróide virava pó e o herói beijava a mocinha na cena final.

Meteoro teve uma bilheteria modesta e os estúdios de cinema esqueceram o assunto durante 15 anos. Entretanto, se a idéia do impacto cósmico não fazia sucesso no cinema, ela se tornava cada vez mais popular entre os cientistas. Em 1980, o físico norte-americano Luis Alvarez e seu filho, o geólogo Walter Alvarez, apresentaram ao mundo uma nova teoria para a extinção dos dinossauros. Eles haviam observado uma alta concentração de irídio, elemento encontrado nos meteoritos, nas

UPI/PARAMOUNT



camadas geológicas datadas de 75 milhões de anos atrás, época da extinção dos dinossauros.

Alvarez e sua equipe calcularam que um asteroide do tipo Apolo, com 10 km de diâmetro, colidira com a Terra, provocando uma explosão de 100 mil megatons (10 vezes o arsenal existente hoje no mundo). Terremotos e erupções vulcânicas atingiram o mundo todo. Se o asteroide caiu no mar, ondas de 400 m de altura investiram contra os continentes. Mas o pior foi o efeito poeira. O asteroide e a crosta terrestre viraram pó no ponto de impacto. A poeira cobriu o mundo com uma nuvem espessa, bloqueando a luz solar durante anos e fazendo a temperatura cair abaixo de zero no equador.

A teoria foi muito discutida, mas faltava encontrar a cratera. Uma equipe da empresa petrolífera estatal mexicana acabou achando o buraco, com 180 km de diâmetro, soterrado por sedimentos, no fundo do mar, perto de Chicxulub do Golfo do México. Temendo que uma coisa semelhante acontecesse nos dias de hoje, astrônomos do mundo inteiro iniciaram uma busca pelos

asteróides que cruzam a órbita da Terra. Estima-se que existam 2 mil objetos com diâmetro em torno de 1 km, capazes de provocar uma catástrofe se atingirem nosso planeta. Um dos projetos é o Neat (Near Earth Asteroid Tracking) patrocinado pela Nasa e o Pentágono. Outro é o Spacewatch, da Universidade do Arizona. De 1988 até hoje, esses programas de busca catalogaram 200 asteróides e mostraram que o perigo era bem maior do que se imaginava.

AS 'VISITAS' MAIS PRÓXIMAS

No dia 22 de março de 1989, às 23h, horário de Brasília, o asteroide Asclepius, uma montanha de rocha e metal, passou a 690 mil km do nosso planeta. Parece muito, mas para um asteroide – que se desloca a 170 mil km/h – não é. Se Asclepius tivesse passado 6h30 mais cedo, às 16h30, nosso mundo teria acabado numa tarde de verão. Em 1996, o asteroide Jai passou ainda mais perto, a 450 mil km de distância. Mas o recorde foi batido em 1994, quando o asteroide XM1 errou a Terra por uma hora e 105 mil km. O XM1 era pequeno, mas tinha energia cinética suficiente

para produzir uma explosão de mil megatons (a maior bomba nuclear já detonada só tinha 25 megatons).

Todas essas quase colisões acabaram sendo comentadas apenas no âmbito da comunidade dos astrônomos. O assunto só se tornou público quando o cometa Shoemaker-Levy 9 colidiu com o planeta Júpiter no dia 17 de julho de 1994, abrindo um orifício maior do que o diâmetro da Terra nas camadas gasosas do mundo gigante. Impressionado, o governo norte-americano financiou um estudo, dirigido pelos pesquisadores Thomas Ahrens e Alan Harris, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) para desenvolver métodos de desviar asteróides em curso de colisão com a Terra.

PESQUISA INSPIROU JOGO

E a pesquisa novamente inspirou os cineastas. Em 1995, Steven Spielberg criou um roteiro que acabou virando o jogo de computador *The dig*. Logo no início do jogo um asteroide se aproxima perigosamente da Terra. A Nasa lança uma equipe no ônibus espacial Atlantis para encontrar o asteroide e desviá-lo com bombas nucleares. Nas imagens do jogo o asteroide flutua placidamente, perto da Terra, permitindo a abordagem pelos astronautas. Na vida real não seria tão fácil. Com uma velocidade de 150 mil km/h, o astro teria que ser abordado no espaço profundo, bem longe da Terra. E o ônibus



espacial só voa a 400 km de altura.

Na época de *The dig*, Spielberg não tinha dinheiro nem tecnologia suficientes para filmar uma história assim. Foi preciso esperar três anos. Em 1997, ele encarregou a diretora Mimi Leder (de *O pacificador*) de iniciar as filmagens de *Deep impact*, com o veterano Robert Duvall encabeçando o elenco. Mas um estúdio rival soube da idéia e produziu *Armagedon*, com Bruce Willis. Como no jogo *The dig*, os demolidores de asteróides de *Armagedon* viajam no ônibus espacial. Mas levam uma espécie de módulo lunar no compartimento de carga para fazer a viagem até o asteroide. O filme tem cenas espetaculares e inclui uma sequência a bordo de uma estação espacial, semelhante à Alfa, que começa a ser montada em junho. O resultado dessa corrida hollywoodiana aos asteróides pode ser conferido nos cinemas nos próximos meses.

Jorge Luiz Calife

Especial para *Ciência Hoje* RJ



Origens da vida

O tema 'clone', tratado no nº 135 de CH, é atual e instigante. Solicito, se possível, uma resposta às questões abaixo.

- 1) Como, na evolução da vida, chegou-se à necessidade de codificá-la em moléculas de RNA e DNA?
- 2) Como a natureza conseguiu montar essas moléculas se necessita para esse fim da preexistência de todo um aparato (...) (proteínas, enzimas, moléculas, átomos etc.). Esse aparato, por sua vez, necessitaria estar codificado em uma molécula de RNA/DNA, que não existia?
- 3) Gostaria de saber, mesmo teoricamente, se a seguinte experiência de engenharia genética poderia dar certo: se retirarmos o material genético de um óvulo de determinada espécie e colocarmos em seu lugar o material genético retirado de um espermatozoide dessa espécie, esse óvulo modificado poderia se fundir com outro espermatozoide da mesma espécie, gerando novo ser?
- 4) Seria possível usar energia com baixas voltagens para despertar um cérebro que fosse considerado clinicamente morto, em um corpo com vida vegetativa?

**Roberto
Ferreira
Vieira**
Rio de
Janeiro/RJ



As duas primeiras dúvidas do leitor são respondidas na próxima edição, na seção O Leitor Pergunta. Quanto à terceira pergunta, a experiência não daria certo. A geração de um novo ser pelo processo sexuado exige a fusão dos gametas masculino e feminino, cada um deles com metade do material genético da espécie. No processo sugerido, mesmo sendo possível, em teoria, substituir o material genético de um óvulo pelo de um espermatozoide, a fusão com outro espermatozoide não geraria novo ser, em função da ausência do cromossomo X (presente apenas no gameta feminino e indispensável à vida). Quanto à quarta pergunta, a maioria dos médicos acredita, embora haja alguma controvérsia, que a ausência de qualquer atividade elétrica (que caracteriza o cérebro clinicamente morto) indica que as células cerebrais já se encontram em estado de degradação irreversível e nada poderia trazê-las de volta à vida. Sobre o tema da clonagem, o leitor poderá encontrar maiores informações em CH nº 127

(ver a entrevista com Sérgio Danilo Penna e o 'Dossiê Dolly') e em CH nº 137 (ver 'Dolly: erro ou embuste' e 'Saiba mais sobre os clones').

Desastre ecológico

A propósito do artigo 'O custo ambiental da hidrovía Paraguai-Paraná' (CH nº 135), gostaria de manifestar meus elogios à abordagem profunda do tema (...).

(...) Quem se beneficiará com a hidrovía Paraguai-Paraná? As populações pantaneiras? Os pecuaristas? O turismo? O meio ambiente? Não!

Todos terão enorme prejuízo. O aprofundamento da calha do rio Paraguai seguramente alterará o regime de drenagem em todo o Pantanal (...), o que resultará em uma grande contração da área do ecossistema para uma fração diminuta da atual (...). A hidrovía, nos seus efeitos físicos imediatos, promete ser uma Balbina ao contrário e, nos seus efeitos econômicos e ecológicos, mil vezes mais perversa. Seus danos ao ecossistema serão piores que todas as queimadas, desmatamentos, contrabandos de animais e matanças de jacarés (...). No fundo, a hidrovía significará um reforço a uma economia doentia e de estilo colonial, que tem crescido muito no Brasil nestes tempos de globalização, exploradora de matéria-prima barata, geradora de pobreza e destruidora do meio ambiente. Ainda é tempo de evitar esse desastre de proporção gigantesca!

Jorge Alberto Manso Rocha
Recife/PE



Como defendiam o leitor e a autora do artigo citado, o governo brasileiro vetou, em março, o projeto da hidrovía, com base no relatório de impacto ambiental.

Correções

- No sumário de CH nº 137, foi grafado de modo errado o nome do autor do artigo 'Como anda a saúde do idoso'. O correto é Jorge Alexandre Silvéstre.
- No texto sobre um novo teste de detecção do papilomavírus (p. 54 de CH nº 137), foi grafado de modo errado o nome da pesquisadora do Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer citada. O correto é Luisa Lina Villa.

Cartas para a redação

Av. Venceslau Brás,
71 fundos • casa 27
CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ

E-mail:

redch@novell.cat.cbpf.br

VOLUME 23

ENTREVISTAS & PERFIS

- Andre Goffeau (entrevista). A vida como ela é. Por Vívian Rumjanek, Alicia Ivanissevich e Valquíria Daher, p. 8, nº 136.
- Cândido Lima da Silva Dias (perfil). Por Vera Rita Costa, p. 66, nº 133.
- Frank Sherwood Rowland (entrevista). Atmosfera ainda sofre com gases tóxicos. Por Alicia Ivanissevich e Valquíria Daher, p. 8, nº 133.
- John Woodall (entrevista). Os micróbios estão chegando. Por Alicia Ivanissevich e Micheline Nussenzeveig, p. 8, nº 135.
- Luiz Davidovich (entrevista). Teletransporte: uma solução em busca de um problema. Por Cássio Leite Vieira, p. 8, nº 137.
- Marcelo Cini (entrevista). O paraíso perdido. Por Ildeu C. Moreira e Luisa Massarani, p. 8, nº 138.
- Marina Silva (entrevista). Duelo com gigantes. Por Marise Muniz, p. 8, nº 134.
- Zilton Andrade (perfil). Por Caio Castilho, Eliane E. Azevedo, Othon Jambeiro e Marta Cury Maia, p. 60, nº 137.

RESENHAS

- Muito além da descrença política. Roberto Bolzani Filho, p. 62, nº 133. Resenha do livro *Venenopirônico*, de Renato Lessa.
- Quem são os impostores intelectuais?, Miguel de Asúa, p. 60, nº 138. Resenha do livro *Impostures intellectuelles*, de Alan Sokal e Jean Bricmont.
- Reflexões úteis e trivialidades. Hector N. Seunanez, p. 64, nº 136. Resenha do livro *Dinossauro no palheiro*, de Stephen J. Gould.
- Retratos da atividade científica. Ana Maria R. de Andrade, p. 67, nº 135. Resenha do livro *Perfis*, de Francisco Caruso e Amós Troper (eds.).
- Soluções para a Amazônia. Ibsen G. Câmara, p. 63, nº 133. Resenha do livro *Amazônia: do discurso à práxis*, de Aziz Nacib Ab'Sáber.

TECNOLOGIA

- Borracha melhor para os seringueiros. Bernardo Esteves, p. 4 do encarte, CH nº 138.
- Colesterol, Leite integral sem. Marise Muniz, p. 4 do encarte, CH nº 134.
- Internet para todos. Monica Rodrigues, p. 4 do encarte, CH nº 136.

- Leite integral sem colesterol. Marise Muniz, p. 4 do encarte, CH nº 134.
- Lixo hospitalar e resíduos industriais, Solução 'limpa' para. Valquíria Daher, p. 2 do encarte, CH nº 134.
- Resíduos industriais, Solução 'limpa' para lixo hospitalar e. Valquíria Daher, p. 2 do encarte, CH nº 134.
- Robôs estão chegando, Os. Dagoberto Souto Maior, p. 2 do encarte, CH 136.
- Solução 'limpa' para lixo hospitalar e resíduos industriais. Valquíria Daher, p. 2 do encarte, CH nº 134.
- Um substituto para o aço. Valquíria Daher, p. 2 do encarte, CH nº 138.

ARTIGOS

- Açailândia: cidade ameaçada pela erosão. Antônio J.T. Guerra e outros, p. 36, nº 138.
- Acupuntura, eficácia clínica (box). Beni Olej, p. 32, nº 134.
- (Acupuntura) O dia-a-dia das agulhas (box). Vera Rita Costa, p. 34, nº 134.
- (Antibióticos) Bactérias ultra-resistentes: uma guerra quase perdida. Edmar Chartone de Souza, p. 24, nº 138.
- (Antropologia) Carnaval carioca: o rito e o tempo. Maria Laura V.C. Cavalcanti, p. 22, nº 135.
- Areias do litoral fluminense. João Bosco V. Gomes, Mauro Resende, Sérvulo B. de Rezende e Eduardo de Sá Mendonça, p. 44, nº 137.
- (Arqueologia) Ossos para ofício. Walter A. Neves e Maria Antonieta Costa, p. 38, nº 136.
- Atômico brasileiro, O relógio. Aparecida M. Tuboy, Débora M.B.P. Milori, Flávio T. Carvalho, Sérgio C. Zílio e Vanderlei S. Bagnato, p. 42, nº 134.
- Avalanches no cérebro. Andrés R.R. Papa, p. 14, nº 135.
- Bactérias ultra-resistentes: uma guerra quase perdida. Edmar Chartone de Souza, p. 24, nº 138.
- Brasil de cabelos brancos, O. Bernardo Esteves, p. 18, nº 137.
- Canudos, A guerra contra, A. Marco Antônio Villa, p. 48, nº 134.
- Carnaval carioca: o rito e o tempo. Maria Laura V.C. Cavalcanti, p. 22, nº 135.
- Cérebro, Avalanches no. Andrés R.R. Papa, p. 14, nº 135.
- (Ciência política) Estado Novo: ambigüidades e heranças de um regime autoritário. Ângela de C. Gomes, p. 38, nº 133.

- (Clonagem) Dolly: erro ou embuste? Fermin R. Schramm, p. 38, nº 137.
- Clones, Saiba mais sobre. Bernardo Beigelman, p. 39, nº 137.
- Como anda a saúde do idoso no Brasil? Jorge Alexandre Silvestre, p. 22, nº 137.
- Cura, Eficácia simbólica da. Belmiro F. Salles Filho, p. 40, nº 134.
- (Demografia) O Brasil de cabelos brancos. Bernardo Esteves, p. 18, nº 137.
- Depressão imunológica, Depressão psíquica e. Gabriel J. C. Gauer, p. 39, nº 134.
- Depressão psíquica e depressão imunológica. Gabriel J. C. Gauer, p. 39, nº 134.
- Dia-a-dia das agulhas, O (box). Vera Rita Costa, p. 34, nº 134.
- Dolly: erro ou embuste? Fermin R. Schramm, p. 38, nº 137.
- (Ecologia) Marambaia: a última restinga carioca preservada. Luiz Fernando T. Menezes, Dorothy Sue D. de Araújo e Maria Hilde B. Goes, p. 28, nº 136.
- (Ecologia) Minamata livre de mercúrio. Luiz Drude de Lacerda, p. 24, nº 133.
- Eficácia simbólica da cura. Belmiro F. Salles Filho, p. 40, nº 134.
- (Envelhecimento) Como anda a saúde do idoso no Brasil? Jorge Alexandre Silvestre, p. 22, nº 137.
- (Envelhecimento) O Brasil de cabelos brancos. Bernardo Esteves, p. 18, nº 137.
- Envelhecimento?, Telômeros: relógios do. Marília A. Cardoso Smith e Bianca Bor-satto, p. 32, nº 137.
- (Envelhecimento) Universidade aberta: perspectiva para a terceira idade. Eliane L. de Souza e Roberto de Carvalho, p. 30, nº 137.
- Erosão, Açailândia: cidade ameaçada pela. Antônio J.T. Guerra e outros, p. 36, nº 138.
- Estado Novo: ambigüidades e heranças de um regime autoritário. Ângela de C. Gomes, p. 38, nº 133.
- (Física) As mil e uma maravilhas dos meios granulares. Jason A.C. Gallas e Hans J. Herrmann, p. 18, nº 136.
- (Física) Avalanches no cérebro. Andrés R. R. Papa, p. 14, nº 135.
- (Física) Supercordas: em busca da teoria final. Victor O. Rivelles, p. 46, nº 138.
- (Genética) Dolly: erro ou embuste? Fermin R. Schramm, p. 38, nº 137.

- (Genética) Saiba mais sobre clones. Bernardo Beiguelman, p. 39, nº 137.
- (Genética) Telômeros: relógios do envelhecimento? Marília A. Cardoso Smith e Bianca Borsatto, p. 32, nº 137.
- (Geologia) Açailândia: cidade ameaçada pela erosão. Antônio J.T. Guerra e outros, p. 36, nº 138.
- (Geriatría) Como anda a saúde do idoso no Brasil? Jorge Alexandre Silvestre, p. 22, nº 137.
- Guerra contra Canudos, A. Marco Antônio Villa, p. 48, nº 134.
- Mar, fontes de vida e de petróleo, Sistemas hidrotérmicos: no fundo do. Vladimir O. Elias, Daniel R. Oros e Bernd R.T. Simoneti, p. 40, nº 135.
- Marambaia: a última restinga carioca preservada. Luiz Fernando T. Menezes, Dorothy Sue D. de Araújo e Maria Hilde B. Goes, p. 28, nº 136.
- (Medicina) Eficácia simbólica da cura. Belmiro F. Salles Filho, p. 40, nº 134.
- (Medicina) Quando o trabalho ameaça a saúde mental. Terezinha Costa, p. 32, nº 133.
- (Medicina Social) Universidade Aberta: perspectiva para a terceira idade. Eliane Levy de Souza e Roberto de Carvalho, p. 30, nº 137.
- Medicina alternativa: ciência ou charlatanismo? Vívian M. Rumjanek, p. 30, nº 134.
- Meios granulares, As mil e uma maravilhas dos. Jason A.C. Gallas e Hans J. Herrmann, p. 18, nº 136.
- Mercurio, Minamata livre de. Luiz Drude de Lacerda, p. 24, nº 133.
- (Metrologia) Relógio atômico brasileiro, O. Aparecida M. Tuboy, Débora M.B.P. Milori, Flávio T. Carvalho, Sérgio C. Zílio e Vanderlei S. Bagnato, p. 42, nº 134.
- (Microbiologia) Bactérias ultra-resistentes: uma guerra quase perdida. Edmar Chartone de Souza, p. 24, nº 138.
- Mil e uma maravilhas dos meios granulares, As. Jason A.C. Gallas e Hans J. Herrmann, p. 18, nº 136.
- Minamata livre de mercúrio. Luiz Drude de Lacerda, p. 24, nº 133.
- Ossos para ofício. Walter A. Neves e Maria Antonieta Costa, p. 38, nº 136.
- (Pedologia) Areias do litoral fluminense. João Bosco V. Gomes, Mauro Resende, Sérvulo B. de Rezende e Eduardo de Sá Mendonça, p. 44, nº 137.
- Petróleo, Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de. Vladimir O. Elias, Daniel R. Oros e Bernd R.T. Simoneti, p. 40, nº 135.
- Quando o trabalho ameaça a saúde mental. Terezinha Costa, p. 32, nº 133.
- (Química) Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de petróleo. Vladimir O. Elias, Daniel R. Oros e Bernd R.T. Simoneti, p. 40, nº 135.
- Regime autoritário, Estado Novo: ambi-güidades e heranças de um. Ângela de C. Gomes, p. 38, nº 133.
- Relógio atômico brasileiro, O. Aparecida M. Tuboy, Débora M.B.P. Milori, Flávio T. Carvalho, Sérgio C. Zílio e Vanderlei S. Bagnato, p. 42, nº 134.
- Restinga carioca preservada, Marambaia: a última. Luiz Fernando T. Menezes, Dorothy Sue D. de Araújo e Maria Hilde B. Goes, p. 28, nº 136.
- Saiba mais sobre clones. Bernardo Beiguelman, p. 39, nº 137.
- Saúde do idoso no Brasil?, Como anda a. Jorge Alexandre Silvestre, p. 22, nº 137.
- Saúde mental, Quando o trabalho ameaça a. Terezinha Costa, p. 32, nº 133.
- Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de petróleo. Vladimir O. Elias, Daniel R. Oros e Bernd R.T. Simoneti, p. 40, nº 135.
- (Solo) Areias do litoral fluminense. João Bosco V. Gomes, Mauro Resende, Sérvulo B. de Rezende e Eduardo de Sá Mendonça, p. 44, nº 137.
- Supercordas: em busca da teoria final. Victor O. Rivelles, p. 46, nº 138.
- Telômeros: relógios do envelhecimento? Marília A. Cardoso Smith e Bianca Borsatto, p. 32, nº 137.
- Terceira idade, Universidade aberta: perspectiva para a. Eliane Levy de Souza e Roberto de Carvalho, p. 30, nº 137.
- Trabalho ameaça a saúde mental, Quando o. Terezinha Costa, p. 32, nº 133.
- Universidade aberta: perspectiva para a terceira idade. Eliane Levy de Souza e Roberto de Carvalho, p. 30, nº 137.
- SEÇÕES**
- Abelhas nativas, Inventário para. Roberto B. Carvalho, p. 69, nº 138.
- Aborto ignora gestações inviáveis, Lei do. Dafne D. Gandelman Horovitz, p. 60, nº 133.
- Aids?, Como surgiu o vírus da. Olavo Henrique M. Leite, p. 4, nº 136.
- (Aids) Medicação rápida contra o HIV. Luciana Malta, p. 53, nº 137.
- Amazônia, Peixe-serra: o falso tubarão da. Geraldo M. Santos e Adalberto Luís Val, p. 66, nº 136.
- Amazônia?, Por quem arde a. Gustavo A. B. da Fonseca, p. 59, nº 138.
- Anatômica?, Quais as mudanças ocorridas na nomenclatura. Ezequiel Rubinstein, p. 6, nº 137.
- Armas químicas serão eliminadas. Denise Oliveira, p. 46, nº 133.
- Asteróides causam impacto nos cinemas. Jorge Luiz Calife, p. 72, nº 138.
- (Astronomia) O universo ao alcance dos olhos. Dagoberto Souto Maior, p. 52, nº 137.
- Átomos. Prisão de luz para os. Luiz Davidovich, p. 14, nº 134.
- Avanço das formigas urbanas, O. Harold G. Fowler e Odair C. Bueno, p. 71, nº 137.
- Aves brasileiras?, Por que se pode comprar aves exóticas como animais de estimação, mas não. Christiane D. Encarnação, p. 7, nº 138.
- Bafômetro?, Como funciona o. Javier Ramirez-Fernandez, p. 6, nº 135.
- Baratas?, Qual a origem das. Marcio Mendes, p. 6, nº 133.
- Bertha G. Ribeiro: uma vida dedicada à cultura artesanal dos índios. Maria Ignez Duque-Estrada, p. 68, nº 136.
- Biodiversidade brasileira. Valquíria Daher, p. 56, nº 133.
- (Bioquímica) A máquina de energia das células. Arnaldo R. Façanha, p. 22, nº 134.
- (Bioquímica) 'Damas de companhia' nas células. Boris Margulis, p. 12, nº 133.
- (Botânica) Coqueiro-cabeçudo: palmeira do sertão. Benedito A.S. Pereira, p. 68, nº 137.
- Botânica, Tintas e pincéis são ferramentas da. Maria Ignez Duque-Estrada, p. 64, nº 135.
- Café recuperada, História do. Jesus de Paula Assis, p. 65, nº 138.
- Caça aos meteoritos. Roberto B. Carvalho, p. 51, nº 133.
- Células, A máquina de energia das. Arnaldo R. Façanha, p. 22, nº 134.
- Células, 'Damas de companhia' nas. Boris Margulis, p. 12, nº 133.
- 100 anos da *Guerra dos mundos*, Os. Jorge Luiz Calife, p. 76, nº 137.
- Cerebrais, A reconstrução de circuitos. Gilberto F. Xavier, p. 15, nº 136.
- Cérebro, Neurônio: a inovadora imagem do. Edna N. Yamasaki, p. 68, nº 134.
- Cinemas, Asteróides causam impacto nos. Jorge Luiz Calife, p. 72, nº 138.
- Circuitos cerebrais, A reconstrução de. Gilberto F. Xavier, p. 15, nº 136.
- Clonagem de animais raros estimularia a destruição de florestas?, A. Gustavo A.B. da Fonseca, p. 6, nº 133.
- Clone: uma nova espécie brasileira, Lagarto. Carlos Frederico D. Rocha, Helena G. Bergallo e Denise Peccinini-Seale, p. 68, nº 135.
- Como funciona o bafômetro? Javier Ramirez-Fernandez, p. 6, nº 135.
- Como surgiu o vírus da Aids? Olavo Henrique M. Leite, p. 4, nº 136.
- Computador quântico?, Se existir, como vai funcionar um. Paulo A. Nussenzveig, p. 6, nº 138.
- Coqueiro-cabeçudo: palmeira do sertão. Benedito A.S. Pereira, p. 68, nº 137.
- Corujas: o que elas comem? José Carlos Motta-Júnior e Cleber José R. Alho, p. 60, nº 136.
- (Criminologia) Mordidas na mulher do chefe. Franklin B. Rumjanek, p. 26, nº 134.

- Cultura artesanal dos índios, Bertha G. Ribeiro: uma vida dedicada à. Maria Ignez Duque-Estrada, p. 68, nº 136.
- Custo ambiental da hidrovía Paraguai-Paraná, O. Sandra B. Cunha, p. 74, nº 135.
- 'Damas de companhia' nas células. Boris Margulis, p. 12, nº 133.
- Darwin, Fritz Müller, o amigo brasileiro de. Elizabeth Karam e Paulo H. Souza, p. 76, nº 133.
- Déficit de atenção, Um aliado contra o. Juliana Caetano, p. 52, nº 136.
- Derrocada da razão, A. Bernardo Esteves, p. 64, nº 134.
- Despoluição do Tietê?, O que aconteceu com o projeto de. José Carlos R. Leite, p. 6, nº 134.
- Distúrbios psíquicos? Existe algum fundamento científico no uso de florais para o tratamento de. Almir Tavares, p. 7, nº 137.
- (DNA) Mordidas na mulher do chefe. Franklin B. Rumjanek, p. 26, nº 134.
- Dolly ser considerada um organismo geneticamente modificado (OGM)?, Pode a ovelha. Fermin R. Schramm, p. 7, nº 135.
- (Ecologia) O custo ambiental da hidrovía Paraguai-Paraná. Sandra B. Cunha, p. 74, nº 135.
- (Ecologia) Por quem arde a Amazônia? Gustavo A. B. da Fonseca, p. 59, nº 138.
- (Ecologia) Por que se pode comprar aves exóticas como animais de estimação, mas não aves brasileiras? Christiane D. Encarnação, p. 7, nº 138.
- (Economia) Uma revolução nos mercados financeiros. Aloísio P. de Araújo, p. 20, nº 134.
- Educação em enfermarias pediátricas. Regina T. Kosinski, p. 74, nº 133.
- Eleticidade?, Os plásticos podem conduzir. Francisco L. Santos, p. 6, nº 137.
- Enfermarias pediátricas, Educação em. Regina T. Kosinski, p. 74, nº 133.
- Enigma do horizonte*: muitos efeitos, alguns pecados. O. Jorge Luiz Calife, p. 70, nº 134.
- (Entomologia) Inventário para abelhas nativas. Roberto B. Carvalho, p. 69, nº 138.
- Esquistossomose em foco. Marise Muniz, p. 48, nº 135.
- Está diminuindo a quantidade de peixes no mar devido à pesca predatória? Miguel Petrer Jr., p. 7, nº 135.
- Existe algum fundamento científico no uso de florais para o tratamento de distúrbios psíquicos? Almir Tavares, p. 7, nº 137.
- (Ficção científica) Asteróides causam impacto nos cinemas. Jorge Luiz Calife, p. 72, nº 138.
- (Ficção científica) *Homens de preto* atacam em casa. Jesus de Paula Assis, p. 71, nº 136.
- (Ficção científica) *O enigma do horizonte*: muitos efeitos, alguns pecados. Jorge Luiz Calife, p. 70, nº 134.
- (Ficção científica) Os 100 anos da *Guerra dos mundos*. Jorge Luiz Calife, p. 76, nº 137.
- (Ficção científica) *Outpost 2*, o jogo. Jorge Luiz Calife, p. 78, nº 133.
- (Ficção científica) *Tropas estelares* e a ficção de Robert Heinlein. Jorge Luiz Calife, p. 72, nº 135.
- (Filosofia) A derrocada da razão. Bernardo Esteves, p. 64, nº 134.
- (Física) Os vidros das catedrais fluem? Edgar D. Zanotto, p. 6, nº 136.
- (Física) Prisão de luz para os átomos. Luiz Davidovich, p. 14, nº 134.
- Fitoplâncton é o maior responsável pela fotossíntese, ou seja, pela existência do oxigênio atmosférico?, O. Patrícia F.M. Turcq, p. 5, nº 136.
- Florais para o tratamento de distúrbios psíquicos? Existe algum fundamento científico no uso de. Almir Tavares, p. 7, nº 137.
- Florestas?, A clonagem de animais raros estimularia a destruição de. Gustavo A.B. da Fonseca, p. 6, nº 133.
- Formigas urbanas, O avanço das. Harold G. Fowler e Odair C. Bueno, p. 71, nº 137.
- Fotossíntese, ou seja, pela existência do oxigênio atmosférico? O fitoplâncton é o maior responsável pela. Patrícia F.M. Turcq, p. 5, nº 136.
- Fritz Müller, o amigo brasileiro de Darwin. Elizabeth Karam e Paulo H. Souza, p. 76, nº 133.
- Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem. José Francisco do Prado e outros, p. 56, nº 138.
- Genéticas, Vacinas. Bernardo Esteves, p. 54, nº 135.
- Gestações inviáveis, Lei do aborto ignora. Dafne D. Gandelman Horovitz, p. 60, nº 133.
- Guerra dos mundos*, Os 100 anos da. Jorge Luiz Calife, p. 76, nº 137.
- Hidrovía Paraguai-Paraná, O custo ambiental da. Sandra B. Cunha, p. 74, nº 135.
- História abandonada. Jesus de Paula Assis, p. 46, nº 136.
- (História da ciência) Neurônio: a inovadora imagem do cérebro. Edna N. Yamasaki, p. 68, nº 134.
- (História da ciência) O pêndulo e a Paraíba. Ricardo Menandro, p. 74, nº 137.
- História do café recuperada. Jesus de Paula Assis, p. 65, nº 138.
- (História) Os portugueses tinham noção do tamanho do território brasileiro quando chegaram aqui em 1500? Leonardo J.M. Gomes, p. 6, nº 138.
- HIV, Medicação rápida contra o. Luciana Malta, p. 53, nº 137.
- Homens de preto* atacam em casa. Jesus de Paula Assis, p. 71, nº 136.
- Índios, Bertha G. Ribeiro: uma vida dedicada à cultura artesanal dos. Maria Ignez Duque-Estrada, p. 68, nº 136.
- Infecção fúngica na má assepsia das lentes de contato?, Qual é o risco de. Newton Kara José, p. 6, nº 135.
- (Invenção) Leonardo da Vinci, o precursor. Rodrigo Mattos, p. 56, nº 135.
- Inventário para abelhas nativas. Roberto B. Carvalho, p. 69, nº 138.
- Jeca revisitado, O. Flávio Almeida, p. 50, nº 136.
- (Jesuítas) A mais poderosa ordem (*box*). Bernardo Esteves, p. 55, nº 133.
- Jupará é conhecido como macaco-da-meia-noite?, Por que o. Paulo Auricchio, p. 6, nº 134.
- Lagarto clone: uma nova espécie brasileira. Carlos Frederico D. Rocha, Helena G. Bergallo e Denise Peccinini-Seale, p. 68, nº 135.
- Lei do aborto ignora gestações inviáveis. Dafne D. G. Horovitz, p. 60, nº 133.
- Lentes de contato?, Qual é o risco de infecção fúngica na má assepsia das. Newton Kara José, p. 6, nº 135.
- Leonardo da Vinci, o precursor. Rodrigo Mattos, p. 56, nº 135.
- (Literatura) A ruptura através da tradição. Beti Rabeti, p. 24, nº 134.
- Lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, Garimpo no. José Francisco do Prado e outros, p. 56, nº 138.
- Macaco-da-meia-noite? Por que o jupará é conhecido como. Paulo Auricchio, p. 6, nº 134.
- Macacos não me mordam. Márcia C.R. Andrade, p. 58, nº 136.
- Mais poderosa ordem, A (*box*). Bernardo Esteves, p. 55, nº 133.
- Malária resistente desafia a ciência. Mariano Zalis, p. 70, nº 135.
- Máquina de energia das células, A. Arnaldo R. Façanha, p. 22, nº 134.
- Marte. Pathfinder: desvendando os segredos de. Oscar T. Matsuura, p. 12, nº 136.
- Medicação rápida contra o HIV. Luciana Malta, p. 53, nº 137.
- (Medicina) TPM, mito ou realidade? Vera Rita Costa, p. 49, nº 133.
- (Medicina) Uma descoberta ainda polêmica. Débora Foguel, p. 18, nº 134.
- (Medicina) Uma prova do perigo dos *prions*. Débora Foguel, p. 12, nº 138.
- (Medicina) Um aliado contra o déficit de atenção. Juliana Caetano, p. 52, nº 136.
- Médicos doentes. Valquíria Daher, p. 58, nº 135.
- Mercados financeiros, uma revolução nos. Aloísio P. de Araújo, p. 20, nº 134.

- Mercúrio: um caminho rápido para a toxicidade. Matthieu Tubino e Maria Elizabeth A. de Magalhães, p. 20, nº 133.
- Meteoritos, Caça aos. Roberto B. Carvalho, p. 51, nº 133.
- Militares, Puxão de orelha nos. Newton Carlos, p. 17, nº 134.
- (Modernismo) O jeca revisitado. Flávio Almeida, p. 50, nº 136.
- (Monteiro Lobato) O jeca revisitado. Flávio Almeida, p. 50, nº 136.
- Mordidas na mulher do chefe. Franklin B. Rumjanek, p. 26, nº 134.
- Natal 'científico', Um. Bianca da Encarnação e Vera Rita Costa, p. 62, nº 134.
- (Neurologia) A reconstrução de circuitos cerebrais. Gilberto F. Xavier, p. 15, nº 136.
- Neurônio: a inovadora imagem do cérebro. Edna N. Yamasaki, p. 68, nº 134.
- (Nobel) A máquina de energia das células. Arnoldo R. Façanha, p. 22, nº 134.
- (Nobel) A ruptura através da tradição. Beti Rabetti, p. 24, nº 134.
- (Nobel) Prisão de luz para os átomos. Luiz Davidovich, p. 14, nº 134.
- (Nobel) Puxão de orelha nos militares. Newton Carlos, p. 17, nº 134.
- (Nobel) Uma descoberta ainda polêmica. Débora Foguel, p. 18, nº 134.
- (Nobel) Uma revolução nos mercados financeiros. Aloísio P. de Araújo, p. 20, nº 134.
- Nomenclatura anatômica?, Quais as mudanças ocorridas. Ezequiel Rubinstein, p. 6, nº 137.
- Ordem, A mais poderosa (*box*). Bernardo Esteves, p. 55, nº 133.
- Organismo geneticamente modificado (OGM)? Pode a ovelha Dolly ser considerada um. Fermin R. Schramm, p. 7, nº 135.
- (Ornitologia) Corujas: o que elas comem? José Carlos Motta-Júnior e Cleber José R. Alho, p. 60, nº 136.
- Outpost 2*, o jogo. Jorge Luiz Calife, p. 78, nº 133.
- Oxigênio atmosférico?, O fitoplâncton é o maior responsável pela fotossíntese, ou seja, pela existência do. Patrícia F.M. Turcq, p. 5, nº 136.
- Padre Vieira: heterodoxo, messiânico e milenarista. Roberto B. Carvalho, p. 53, nº 133.
- Palmeira do sertão, Coqueiro-cabeçudo. Benedito A.S. Pereira, p. 68, nº 137.
- Papilomavírus, Uma vacina para o. Eliza Muto, p. 54, nº 137.
- (Parasitologia) Teste parasitológico mais eficaz. Bianca da Encarnação, p. 68, nº 138.
- Pathfinder: desvendando os segredos de Marte. Oscar T. Matsuura, p. 12, nº 136.
- Peixe-serra: o falso tubarão da Amazônia. Geraldo M. Santos e Adalberto Luís Val, p. 66, nº 136.
- Peixes no mar devido à pesca predatória? Está diminuindo a quantidade de. Miguel Petrer Jr., p. 7, nº 135.
- Pêndulo e a Paraíba, O. Ricardo Menandro, p. 74, nº 137.
- Pensar é tão exaustivo?, Por que. Henrique S. Del Nero, p. 7, nº 133.
- Pesca predatória? Está diminuindo a quantidade de peixes no mar devido à. Miguel Petrer Jr., p. 7, nº 135.
- 'Pílulas do dia seguinte?', O que são as pílulas contraceptivas de emergência, conhecidas como. Yula F. Porto, p. 7, nº 134.
- Plásticos podem conduzir eletricidade?, Os. Francisco L. Santos, p. 6, nº 137.
- Pode a ovelha Dolly ser considerada um organismo geneticamente modificado (OGM)? Fermin R. Schramm, p. 7, nº 135.
- Por que o jupará é conhecido como macaco-da-meia-noite? Paulo Auricchio, p. 6, nº 134.
- Por que pensar é tão exaustivo? Henrique S. Del Nero, p. 7, nº 133.
- Por que se pode comprar aves exóticas como animais de estimação, mas não aves brasileiras? Christiane D. Encarnação, p. 7, nº 138.
- Por quem arde a Amazônia? Gustavo A. B. da Fonseca, p. 59, nº 138.
- Portugueses tinham noção do tamanho do território brasileiro quando chegaram aqui em 1500?, Os. Leonardo J.M. Gomes, p. 6, nº 138.
- (Prion) Uma descoberta ainda polêmica. Débora Foguel, p. 18, nº 134.
- Prions*, Uma prova do perigo dos. Débora Foguel, p. 12, nº 138.
- Prisão de luz para os átomos. Luiz Davidovich, p. 14, nº 134.
- Puxão de orelha nos militares. Newton Carlos, p. 17, nº 134.
- Quais as mudanças ocorridas na nomenclatura anatômica? Ezequiel Rubinstein, p. 6, nº 137.
- Qual a origem das baratas? Marcio Mendes, p. 6, nº 133.
- Qual é o risco de infecção fúngica na má assepsia das lentes de contato? Newton Kara José, p. 6, nº 135.
- Que aconteceu com o projeto de despoluição do Tietê?, O. José Carlos R. Leite, p. 6, nº 134.
- Que são as pílulas contraceptivas de emergência, conhecidas como 'pílulas do dia seguinte?', O. Yula F. Porto, p. 7, nº 134.
- Que se sabe sobre o comportamento sexual dos tatus?, O. Mônica T. Fonseca, p. 4, nº 136.
- (Química) Mercúrio: um caminho rápido para a toxicidade. Matthieu Tubino e Maria Elizabeth A. de Magalhães, p. 20, nº 133.
- (Raiva) Macacos não me mordam. Márcia C.R. Andrade, p. 58, nº 136.
- Razão, A derrocada. Bernardo Esteves, p. 64, nº 134.
- Reciclagem, Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à. José Francisco do Prado e outros, p. 56, nº 138.
- Reconstrução de circuitos cerebrais. A. Gilberto F. Xavier, p. 15, nº 136.
- Resistente desafia a ciência, Malária. Mariano Zalis, p. 70, nº 135.
- Ruptura através da tradição, A. Beti Rabetti, p. 24, nº 134.
- Se existir, como vai funcionar um computador quântico? Paulo A. Nussenzveig, p. 6, nº 138.
- (Siderurgia) História abandonada. Jesus de Paula Assis, p. 46, nº 136.
- Tatus?, O que se sabe sobre o comportamento sexual dos. Mônica T. Fonseca, p. 4, nº 136.
- Teste parasitológico mais eficaz. Bianca da Encarnação, p. 68, nº 138.
- Tietê?, O que aconteceu com o projeto de despoluição do. José Carlos R. Leite, p. 6, nº 134.
- Tintas e pincéis são ferramentas da botânica. Maria Ignez Duque-Estrada, p. 64, nº 135.
- Toxicidade, Mercúrio: um caminho rápido para a. Matthieu Tubino e Maria Elizabeth A. de Magalhães, p. 20, nº 133.
- TPM, mito ou realidade? Vera Rita Costa, p. 49, nº 133.
- Tropas estelares* e a ficção de Robert Heinlein. Jorge Luiz Calife, p. 72, nº 135.
- Tubarão da Amazônia. Peixe-serra: o falso. Geraldo M. Santos e Adalberto Luís Val, p. 66, nº 136.
- Uma descoberta ainda polêmica. Débora Foguel, p. 18, nº 134.
- Uma prova do perigo dos *prions*, Débora Foguel, p. 12, nº 138.
- Uma revolução nos mercados financeiros. Aloísio P. de Araújo, p. 20, nº 134.
- Um aliado contra o déficit de atenção. Juliana Caetano, p. 52, nº 136.
- Um Natal 'científico'. Bianca da Encarnação e Vera Rita Costa, p. 62, nº 134.
- Universo ao alcance dos olhos, O. Dagoberto Souto Maior, p. 52, nº 137.
- (Vacina) Macacos não me mordam. Márcia C.R. Andrade, p. 58, nº 136.
- Vacina para o papilomavírus, Uma. Eliza Muto, p. 54, nº 137.
- Vacinas genéticas. Bernardo Esteves, p. 54, nº 135.
- Vidros das catedrais fluem?, Os. Edgar D. Zanotto, p. 6, nº 136.
- Vírus da Aids?, Como surgiu o. Olavo H.M. Leite, p. 4, nº 136.
- Vulcões brasileiros. Dagoberto Souto Maior, p. 52, nº 135.
- (Zoologia) Lagarto clone: uma nova espécie brasileira. Carlos F.D. Rocha, Helena G. Bergallo e Denise Peccinini-Seale, p. 68, nº 135.

AUTORES

- ALHO, Cleber José R. e José Carlos Motta-Júnior. Corujas: o que elas comem?, p. 60, nº 136.
- ALMEIDA, Flávio. O jeca revisitado, p. 50, nº 136.
- ANDRADE, Ana Maria R. Retratos da atividade científica. Resenha do livro *Perfis*, de Francisco Caruso e Amós Troper (eds.), p. 67, nº 135.
- ANDRADE, Márcia C.R. Macacos não me mordam, p. 58, nº 136.
- ARAÚJO, Aloísio P. (Nobel de Economia) Uma revolução nos mercados financeiros, p. 20, nº 134.
- ARAÚJO, Dorothy S.D. e outros. Marambaia, a última restinga carioca preservada, p. 28, nº 136.
- ASSIS, Jesus de Paula. História abandonada, p. 46, nº 136.
- História do café recuperada, p. 65, nº 138.
- *Homens de preto* atacam em casa, p. 71, nº 136.
- ASÚA, Miguel. Quem são os impostores intelectuais? Resenha do livro *Impostures intellectuelles*, de Alan Sokal e Jean Bricmont, p. 60, nº 138.
- AURICCHIO, Paulo. Por que o jupará é conhecido como macaco-da-meia-noite?, p. 6, nº 134.
- AZEVEDO, Eliane E. e outros. Zilton Andrade (perfil), p. 60, nº 137.
- BAGNATO, Vanderlei S. e outros. O relógio atômico brasileiro, p. 42, nº 134.
- BEIGUELMAN, Bernardo. Saiba mais sobre clones, p. 39, nº 137.
- BERGALLO, Helena G. e outros. Lagarto clone: uma nova espécie brasileira, p. 68, nº 135.
- BOLZANI FILHO, Roberto. Muito além da descrença política. Resenha do livro *Veneno pirrônico*, de Renato Lessa, p. 62, nº 133.
- BORSATTO, Bianca e Marília A.C. Smith. Telômeros: relógios do envelhecimento?, p. 32, nº 137.
- BUENO, Odair C. e Harold Fowler. O avanço das formigas urbanas, p. 71, nº 137.
- CAETANO, Juliana. Um aliado contra o déficit de atenção, p. 52, nº 136.
- CALIFE, Jorge Luiz. Asteróides causam impacto nos cinemas, p. 72, nº 138.
- *O enigma do horizonte*: muitos efeitos, alguns pecados, p. 70, nº 134.
- Os 100 anos da *Guerra dos mundos*, p. 76, nº 137.
- *Outpost 2*, o jogo, p. 78, nº 133.
- *Tropas estelares* e a ficção de Robert Heinlein, p. 72, nº 135.
- CÂMARA, Ibsen G. Soluções para a Amazônia. Resenha do livro *Amazônia: do discurso à práxis*, de Aziz Nacib Ab'Sáber, p. 63, nº 133.
- CARLOS, Newton. (Nobel da Paz) Puxão de orelha nos militares, p. 17, nº 134.
- CARVALHO, Flávio T. e outros. O relógio atômico brasileiro, p. 42, nº 134.
- CARVALHO, Roberto B. Caça aos meteoritos, p. 51, nº 133.
- Inventário para abelhas nativas, p. 69, nº 138.
- Padre Vieira: heterodoxo, messiânico e milenarista, p. 53, nº 133.
- CARVALHO, Roberto B. e Eliane Levy de Souza. Universidade aberta: perspectiva para a terceira idade, p. 30, nº 137.
- CASTILHO, Caio e outros. Zilton Andrade (perfil), p. 60, nº 137.
- CAVALCANTI, Maria Laura V.C. Carnaval carioca: o rito e o tempo, p. 22, nº 135.
- COELHO, Maria Célia N. e outros. Açailândia: cidade ameaçada pela erosão, p. 36, nº 138.
- COSTA, Maria Antonieta e Walter A. Neves. Ossos para ofício, p. 38, nº 136.
- COSTA, Terezinha. Quando o trabalho ameaça a saúde mental, p. 32, nº 133.
- COSTA, Vera Rita. Candido Lima da Silva Dias (perfil), p. 66, nº 133.
- O dia-a-dia das agulhas (*box*), p. 34, nº 134.
- TPM, mito ou realidade?, p. 49, nº 133.
- COSTA, Vera Rita e Bianca da Encarnação. Um Natal 'científico', p. 62, nº 134.
- CUNHA, Sandra B. O custo ambiental da hidrovía Paraguai-Paraná, p. 74, nº 135.
- DAHER, Valquíria. Biodiversidade brasileira, p. 56, nº 133.
- Médicos doentes, p. 58, nº 135.
- Solução 'limpa' para lixo hospitalar e resíduos industriais (encarte *Technologia*), p. 2, CH nº 134.
- Um substituto para o aço (encarte *Technologia*), p. 2, CH nº 138.
- DAHER, Valquíria e Alicia Ivanissevich. Frank Sherwood Rowland (entrevista). Atmosfera ainda sofre com gases tóxicos, p. 8, nº 133.
- DAHER, Valquíria e outros. Andre Goffeau (entrevista). A vida como ela é, p. 8, nº 136.
- DAVIDOVICH, Luiz. (Nobel de Física) Prisão de luz para os átomos, p. 14, nº 134.
- DEL NERO, Henrique S. Por que pensar é tão exaustivo?, p. 7, nº 133.
- DUQUE-ESTRADA, Maria Ignez. Bertha G. Ribeiro: uma vida dedicada à cultura artesanal dos índios, p. 68, nº 136.
- Tintas e pincéis são ferramentas da botânica, p. 64, nº 135.
- ELIAS, Vladimir O. e outros. Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de petróleo, p. 40, nº 135.
- ENCARNAÇÃO, Bianca. Teste parasitológico mais eficaz, p. 68, nº 138.
- ENCARNAÇÃO, Bianca e Vera Rita Costa. Um Natal 'científico', p. 62, nº 134.
- ENCARNAÇÃO, Christiane D. Por que se pode comprar aves exóticas como animais de estimação, mas não aves brasileiras?, p. 7, nº 138.
- ESTEVES, Bernardo. A derrocada da razão, p. 64, nº 134.
- A mais poderosa ordem (*box*), p. 55, nº 133.
- Borracha melhor para os seringueiros (encarte *Technologia*), p. 4, CH nº 138.
- O Brasil de cabelos brancos, p. 18, nº 137.
- Vacinas genéticas, p. 54, nº 135.
- FAÇANHA, Arnoldo R. (Nobel de Química) A máquina de energia das células, p. 22, nº 134.
- FOGUEL, Débora. (Nobel de Medicina) Uma descoberta ainda polêmica, p. 18, nº 134.
- Uma prova do perigo dos *prions*, p. 12, nº 138.
- FONSECA, Gustavo A.B. A clonagem de animais raros estimularia a destruição de florestas?, p. 6, nº 133.
- Por quem arde a Amazônia?, p. 59, nº 138.
- FONSECA, Mônica T. O que se sabe sobre o comportamento sexual dos tatus?, p. 4, nº 136.
- FOWLER, Harold e Odair C. Bueno. O avanço das formigas urbanas, p. 71, nº 137.
- GALLAS, Jason A.C. e Hans J. Herrmann. As mil e uma maravilhas dos meios granulares, p. 18, nº 136.
- GAUER, Gabriel J. C. Depressão psíquica e depressão imunológica, p. 39, nº 134.
- GOES, Maria Hilde D. e outros. Marambaia, a última restinga carioca preservada, p. 28, nº 136.
- GOMES, Ângela C. Estado Novo: ambi-güidades e heranças de um regime autoritário, p. 38, nº 133.
- GOMES, João Bosco V. e outros. Areias do litoral fluminense, p. 44, nº 137.
- GOMES, Leonardo J.M. Os portugueses tinham noção do tamanho do território brasileiro quando chegaram aqui em 1500?, p. 6, nº 138.
- GUERRA, Antônio J.T. e outros. Açailândia: cidade ameaçada pela erosão, p. 36, nº 138.
- HERRMANN, Hans J. e Jason A.C. Gallas. As mil e uma maravilhas dos meios granulares, p. 18, nº 136.
- HOROVITZ, Dafne D. Gandelman. Lei do aborto ignora gestações inviáveis, p. 60, nº 133.
- IVANISSEVICH, Alicia e Valquíria Daher. Frank Sherwood Rowland (entrevista). Atmosfera ainda sofre com gases tóxicos, p. 8, nº 133.
- IVANISSEVICH, Alicia e Micheline Nussenzweig. John Woodall (entrevista). Os micróbios estão chegando, p. 8, nº 135.
- IVANISSEVICH, Alicia e outros. Andre Goffeau (entrevista). A vida como ela é, p. 8, nº 136.
- JAMBEIRO, Othon e outros. Zilton Andrade (perfil), p. 60, nº 137.

- JOSÉ, Newton Kara. Qual é o risco de infecção fúngica na má assepsia das lentes de contato?, p. 6, nº 135.
- KARAM, Elizabeth e Paulo H. Souza. Fritz Müller, o amigo brasileiro de Darwin, p. 76, nº 133.
- KOSINSKI, Regina T. Educação em enfermarias pediátricas, p. 74, nº 133.
- LACERDA, Luiz Drude. Minamata livre de mercúrio, p. 24, nº 133.
- LEITE, José Carlos R. O que aconteceu com o projeto de despoluição do Tietê?, p. 6, nº 134.
- LEITE, Olavo Henrique M. Como surgiu o vírus da Aids?, p. 4, nº 136.
- MAGALHÃES, Maria Elizabeth A. e Matthieu Tubino. Mercúrio: um caminho rápido para a toxicidade, p. 20, nº 133.
- MAIA, Marta Cury e outros. Zilton Andrade (perfil), p. 60, nº 137.
- MALTA, Luciana. Medicação rápida contra o HIV, p. 53, nº 137.
- MARÇAL, Mônica S. e outras. Açailândia: cidade ameaçada pela erosão, p. 36, nº 138.
- MARGULIS, Boris. 'Damas de companhia' nas células, p. 12, nº 133.
- MASSARANI, Luisa e Ildeu C. Moreira. Marcelo Cini (entrevista). O paraíso perdido, p. 8, nº 138.
- MATSUURA, Oscar T. Pathfinder: desvendando os segredos de Marte, p. 12, nº 136.
- MATTOS, Rodrigo. Leonardo da Vinci, o precursor, p. 56, nº 135.
- MENANDRO, Ricardo. O pêndulo e a Paraíba, p. 74, nº 137.
- MENDES, Marcio. Qual a origem das baratas?, p. 6, nº 133.
- MENDONÇA, Eduardo de Sá e outros. Areias do litoral fluminense, p. 44, nº 137.
- MENEZES, Luiz Fernando e outros. Marambaia, a última restinga carioca preservada, p. 28, nº 136.
- MILORI, Débora M.B.P. e outros. O relógio atômico brasileiro, p. 42, nº 134.
- MOREIRA, Ildeu C. e Luisa Massarani. Marcelo Cini (entrevista). O paraíso perdido, p. 8, nº 138.
- MOTTA-JÚNIOR, José Carlos e Cleber José R. Alho. Corujas: o que elas comem?, p. 60, nº 136.
- MUNIZ, Marise. Esquistossomose em foco, p. 48, nº 135.
- Leite integral sem colesterol (encarte Tecnologia), p. 4, CH nº 134.
- Marina Silva (entrevista). Duelo com gigantes, p. 8, nº 134.
- MUTO, Eliza. Uma vacina para o papilomavírus, p. 54, nº 137.
- NEVES, Walter A. e Maria Antonieta Costa. Ossos para ofício, p. 38, nº 136.
- NUSSENZVEIG, Micheline e Alicia Ivanishevich. John Woodall (entrevista). Os micróbios estão chegando, p. 8, nº 135.
- NUSSENZVEIG, Paulo A. Se existir, como vai funcionar um computador quântico?, p. 6, nº 138.
- OLEJ, Beni. Acupuntura, eficácia clínica (box), p. 32, nº 134.
- OLIVEIRA, Denise. Armas químicas serão eliminadas, p. 46, nº 133.
- OLIVEIRA, Jean-Paul S. e outros. Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, p. 56, nº 138.
- OROS, Daniel R. e outros. Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de petróleo, p. 40, nº 135.
- PAPA, Andrés R.R. Avalanches no cérebro, p. 14, nº 135.
- PECCININI-SEALE, Denise e outros. Lagarto clone: uma nova espécie brasileira, p. 68, nº 135.
- PEREIRA, Benedito A.S. Coqueiro-cabeçudo: palmeira do sertão, p. 68, nº 137.
- PETREIRE JR., Miguel. Está diminuindo a quantidade de peixes no mar devido à pesca predatória?, p. 7, nº 135.
- PORTO, Yula F. O que são as pílulas contraceptivas de emergência, conhecidas como 'pílulas do dia seguinte?', p. 7, nº 134.
- PRADO, José Francisco e outros. Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, p. 56, nº 138.
- RABETTI, Beti. (Nobel de Literatura) A ruptura através da tradição, p. 24, nº 134.
- RAMIREZ-FERNANDEZ, Javier. Como funciona o bafômetro?, p. 6, nº 135.
- RESENDE, Mauro e outros. Areias do litoral fluminense, p. 44, nº 137.
- REZENDE, Sérvulo B. e outros. Areias do litoral fluminense, p. 44, nº 137.
- RIVELLES, Victor O. Supercordas: em busca da teoria final, p. 46, nº 138.
- ROCHA, Carlos F.D. e outros. Lagarto clone: uma nova espécie brasileira, p. 68, nº 135.
- RODRIGUES, Monica. Internet para todos (encarte Tecnologia), p. 4, CH nº 136.
- RUBINSTEIN, Ezequiel. Quais as mudanças ocorridas na nomenclatura anatômica?, p. 6, nº 137.
- RUMJANEK, Franklin B. Mordidas na mulher do chefe, p. 26, nº 134.
- RUMJANEK, Vívian, Alicia Ivanishevich e Valquíria Daher. Andre Goffeau (entrevista). A vida como ela é, p. 8, nº 136.
- RUMJANEK, Vívian. Medicina alternativa: ciência ou charlatanismo?, p. 30, nº 134.
- SALLES FILHO, Belmiro F. Eficácia simbólica da cura, p. 40, nº 134.
- SANTOS, Francisco L. Os plásticos podem conduzir eletricidade?, p. 6, nº 137.
- SANTOS, Geraldo M. e Adalberto Luís Val. Peixe-serra: o falso tubarão da Amazônia, p. 66, nº 136.
- SANTOS, Heber B. e outros. Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, p. 56, nº 138.
- SCHRAMM, Fermin R. Dolly: erro ou embuste?, p. 38, nº 137.
- Pode a ovelha Dolly ser considerada um organismo geneticamente modificado (OGM)?, p. 7, nº 135.
- SEUANEZ, Hector N. Reflexões úteis e trivialidades. Resenha do livro *Dinossauro no palheiro*, de Stephen J. Gould, p. 64, nº 136.
- SILVESTRE, Jorge A. Como anda a saúde do idoso no Brasil?, p. 22, nº 137.
- SIMONEIT, Bernd R.T. e outros. Sistemas hidrotérmicos: no fundo do mar, fontes de vida e de petróleo, p. 40, nº 135.
- SMITH, Marília A.C. e Bianca Borsatto. Telômeros: relógios do envelhecimento?, p. 32, nº 137.
- SOAVE, Lizandra e outros. Garimpo no lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, p. 56, nº 138.
- SOUTO MAIOR, Dagoberto. Os robôs estão chegando (encarte Tecnologia), p. 2, CH 136.
- O universo ao alcance dos olhos, p. 52, nº 137.
- Vulcões brasileiros, p. 52, nº 135.
- SOUZA, Edmar Chartone. Bactérias ultra-resistentes: uma guerra quase perdida, p. 24, nº 138.
- SOUZA, Eliane L. e Roberto de Carvalho. Universidade aberta: perspectiva para a terceira idade, p. 30, nº 137.
- SOUZA, Paulo H. e Elizabeth Karam. Fritz Müller, o amigo brasileiro de Darwin, p. 76, nº 133.
- TAVARES, Almir. Existe algum fundamento científico no uso de florais para o tratamento de distúrbios psíquicos?, p. 7, nº 137.
- TUBINO, Matthieu e Maria Elizabeth A. de Magalhães. Mercúrio: um caminho rápido para a toxicidade, p. 20, nº 133.
- TUBOY, Aparecida M. e outros. O relógio atômico brasileiro, p. 42, nº 134.
- TURCQ, Patrícia F.M. O fitoplâncton é o maior responsável pela fotossíntese, ou seja, pela existência do oxigênio atmosférico?, p. 5, nº 136.
- VAL, Adalberto Luís e Geraldo M. dos Santos. Peixe-serra: o falso tubarão da Amazônia, p. 66, nº 136.
- VIEIRA, Cássio L. Luiz Davidovich (entrevista). Teletransporte: uma solução em busca de um problema, p. 8, nº 137.
- VILLA, Marco Antônio. A guerra contra Canudos, p. 48, nº 134.
- XAVIER, Gilberto F. A reconstrução de circuitos cerebrais, p. 15, nº 136.
- YAMASAKI, Edna N. Neurônio: a inovadora imagem do cérebro, p. 68, nº 134.
- ZALIS, Mariano. Malária resistente desafia a ciência, p. 70, nº 135.
- ZANOTTO, Edgar D. Os vidros das catedrais fluem?, p. 6, nº 136.
- ZÍLIO, Sérgio C. e outros. O relógio atômico brasileiro, p. 42, nº 134.



um milhão de pessoas já têm Saúde em Casa.

Em menos de um ano, um milhão de pessoas ganharam mais qualidade de vida. Este é o resultado do trabalho do Governo Democrático e Popular, por meio do Saúde em Casa. Um programa criado para prevenir doenças e cuidar da saúde da nossa gente. O Saúde em Casa está presente nas comunidades de Brazlândia, Candangolândia, Ceilândia, Gama, Núcleo Bandeirante, Paranoá, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II, Samambaia, Santa Maria, São Sebastião, Sobradinho e também em toda área rural do DF. Como você está vendo, o Governo Democrático e Popular realmente leva saúde aonde o povo está.

ISTO É O GOVERNO DEMOCRÁTICO E POPULAR



ISTO É BRASÍLIA LEGAL

A PETROBRAS ESTÁ PATROCINANDO A ÚLTIMA NOVIDADE TECNOLÓGICA



DE 1908.

A Petrobras está sempre ligada à preservação de patrimônios, sejam culturais, históricos ou ambientais. É por isso que resolveu patrocinar a restauração do Protos, um automóvel alemão de 1908 que pertenceu ao Barão do Rio Branco e se tornou famoso pela sua participação na corrida New York-Paris. No Rio de Janeiro, participou das comemorações do Centenário da Abertura dos Portos às Nações Amigas. Em 1925, o Protos foi integrado ao acervo do Museu Histórico Nacional, onde permanece em exposição. E com o patrocínio e o combustível da Petrobras continua dando suas voltinhas.