REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 23 Nº 137 / ABRIL 1998 / R$ 7,00

ISSN 0101 - 8515

CIÊNCIA HOJE

SBPC

CLONES
fatos e mitos

A aventura do **teletransporte**

100 anos de **Guerra dos Mundos**

ENVELHECIMENTO
O Brasil de cabelos brancos

Telomerase: chave para vida longa

EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP EDITORAUNIMEP

PUBLICAR É PRECISO!

Uma editora universitária é a agência de complementação do processo de investigação científica. É por isso que, ao trinômio ensino, pesquisa e extensão, a Universidade Metodista de Piracicaba agrega a prática da publicação.

COMUNICAÇÃO E MARKETING • DIREITO • ECONOMIA • EDUCAÇÃO • EDUCAÇÃO ESPECIAL
EDUCAÇÃO FÍSICA • ENGENHARIA • ESPORTE • FILOSOFIA • LITERATURA • MÚSICA
MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA • METODOLOGIA DA PESQUISA • PSICOLOGIA • SAÚDE • TECNOLOGIA

Rodovia do Açúcar, Km 156 • Telefone (019) 422-1515 • Fax (019) 422-2500
13400-901 Piracicaba, SP • E-mail: editora@unimep.br • Home page: www.unimep.br/~editora

EDITORA UNIMEP

O BRASIL DA TERCEIRA IDADE

Muitos ainda duvidam mas o processo é real e irreversível: deixamos de ser um país jovem, que contava até os anos 70 com um baixo percentual de idosos (3,1%) e alta taxa de fecundidade, para nos transformar em uma população que vem envelhecendo rapidamente, cujo crescimento tende a ser negativo.

Projeções da Organização Mundial da Saúde indicam que, de 1950 a 2025, a proporção de brasileiros com mais de 60 anos terá crescido 16 vezes contra cinco da população total. Isso significa que o Brasil terá em pouco mais de duas décadas a sexta população de idosos do mundo. É possível prever o tamanho do impacto que o envelhecimento populacional vai causar na organização econômica e social do país.

A partir da página 18 um panorama desse Brasil de cabelos brancos.

E para os que acreditam que a vida começa aos 60, um reforço no otimismo: cientistas descrevem na página 32 como a enzima telomerase, que atua nos cromossomos, é capaz de prolongar a vida das células.

O recente questionamento da originalidade da experiência do escocês Ian Wilmut e sua ovelha Dolly reacendeu o debate sobre a clonagem. *Ciência Hoje* aproveita a oportunidade para esclarecer várias dúvidas sobre o assunto: o que é de fato um clone? Já se pode clonar humanos? Quais os riscos que a clonagem apresenta? (p. 39)

E, na entrevista do mês, o físico brasileiro Luiz Davidovich conta em que consiste a aventura do teletransporte e fala sobre as possíveis aplicações da experiência feita na Universidade de Innsbruck, na Áustria. (p. 8)

A Redação

CIÊNCIA HOJE

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 Szklo. **Secretária**: Maria Elisa da C. Santos.
Diretor Executivo: Fernando Szklo.
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 Ivanissevich; **Secretária de Redação**: Valquíria Daher; **Editor de Texto**: Ricardo Menandro; **Setor Internacional:** Micheline Nussenzveig. **Secretária:** Theresa Coelho. **Colaboraram neste número**: Bernardo Esteves, Cássio Leite Vieira, Dagoberto Souto Maior, Eliane Levy de Souza, Eliza Muto, Jorge Luiz Calife, Luciana Malta e Marta Cury Maia (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. Telefax: (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)818-4192.

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); **Supervisora de Operações:** Sandra Soares; **Contato Comercial:** Marcos Martins (E-mail: marconi2@dialdata.com.br). **Endereço:** Rua Maria Antônia, 294, 4° 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

ESPECIAL ENVELHECIMENTO

O Brasil de cabelos brancos 18

O rápido envelhecimento da população representa um desafio para o Brasil, por seus efeitos na organização econômica e social.

Por Bernardo Esteves.

Como anda a saúde do idoso no Brasil? 22

Os idosos convivem com sérios problemas ao buscar atendimento de saúde no país, mas pesquisadores e autoridades já preparam as mudanças necessárias para enfrentar a questão.

Por Jorge Alexandre da Silveira.

Universidade aberta
Perspectiva para a terceira idade 30

Além de cursos e pesquisas sobre o envelhecimento, programas de atendimento e integração social para idosos: é a Universidade Aberta da Terceira Idade, que funciona com sucesso há mais de quatro anos no Rio de Janeiro.

Por Eliane Levy de Souza e Roberto de Carvalho.

Telômeros: relógios do envelhecimento? 32

A descoberta de que os telômeros, estruturas situadas nos cromossomos, estão envolvidos no envelhecimento e morte das células abre novas perspectivas para a geriatria e para o combate ao câncer.

Por Marília de A. C. Smith e Bianca Borsatto.

GENÉTICA

Dolly: erro ou embuste? **38**

As suspeitas levantadas a respeito da experiência que gerou a ovelha Dolly permitem uma reflexão sobre como deve ser o trabalho científico, mas ainda é cedo para dizer se têm ou não fundamento.
Por Fermin Roland Schramm.

Saiba mais sobre clones **39**

As principais dúvidas geradas pelo debate internacional a respeito da clonagem, inclusive a de seres humanos, promovido pelos meios de comunicação, podem ser esclarecidas de modo simples.
Por Bernardo Beiguelman.

PEDOLOGIA

Areias do litoral fluminense **44**

O estudo das características dos solos de algumas planícies arenosas do litoral pode trazer – junto com outras pesquisas – subsídios importantes para o debate sobre a preservação ou a ocupação dessas áreas.
Por João B. V. Gomes, Mauro Resende, Sérvulo B. de Rezende e Eduardo de Sá Mendonça.

O LEITOR PERGUNTA

Os plásticos podem conduzir eletricidade? 6

Quais as mudanças ocorridas na nomenclatura anatômica? 6

Existe algum fundamento científico no uso de florais para o tratamento de distúrbios psíquicos? 7

ENTREVISTA

Luiz Davidovich
Teletransporte: uma solução em busca de um problema 8

UM MUNDO DE CIÊNCIA 14

CIÊNCIA EM DIA

O universo ao alcance dos olhos 52

Medicação rápida contra o HIV 53

Uma vacina para o papilomavírus 54

EM FOCO 59

PERFIL

Zilton Andrade 60

TOME CIÊNCIA

Coqueiro-cabeçudo: palmeira do sertão 68

É BOM SABER

O avanço das formigas urbanas 71

MEMÓRIA

O pêndulo e a Paraíba 74

FICÇÃO

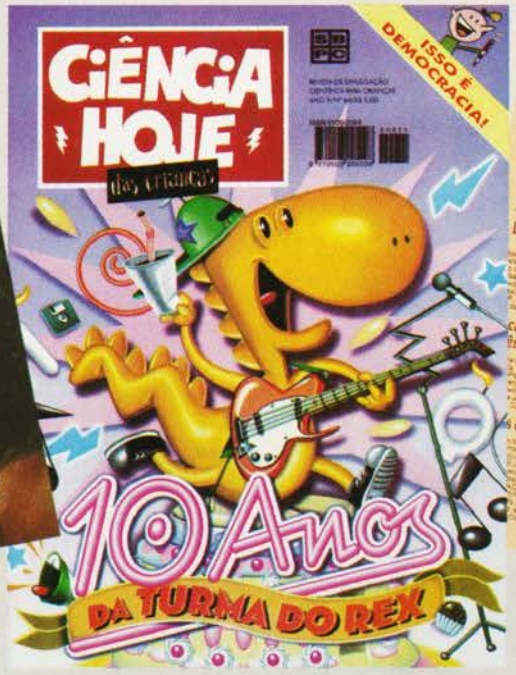
Os 100 anos da *Guerra dos Mundos* 76

NA ESTANTE 79

CARTAS 80

Capa
Maria do Carmo Gerônimo, com 126 anos, é considerada a mulher mais velha do mundo.
Foto: Alexandre Sassaki/Gamma /Keystone

ASSINE



. . . . . .

CIÊNCIA HOJE

15 ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE QUALIDADE PARA VOCÊ

CIÊNCIA HOJE *publica artigos, notícias e entrevistas.*
Ricamente ilustrada, divulga dados que podem contribuir para formar opinião
e para um melhor conhecimento da terra, da natureza e da sociedade em que vivemos.

ASSINATURA ANUAL 11 EDIÇÕES POR APENAS R$ 64,50 OU 03 PARCELAS IGUAIS DE R$ 21,50

. . . . . .

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS

10 ANOS DE EXPERIÊNCIA EM DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS

Revista mensal com artigos, jogos, experiências e cultura .
Cientistas e artistas gráficos mostram que é possível aprender ciência de forma leve e divertida.
Para crianças de 07 a 13 anos.

ASSINATURA ANUAL 11 EDIÇÕES POR APENAS R$ 42,00 OU 03 PARCELAS IGUAIS DE R$ 14,00

. . . . . .

JORNAL DA CIÊNCIA

ÚNICO JORNAL ESPECIALIZADO EM POLÍTICA CIENTÍFICA NO BRASIL

O JORNAL DA CIÊNCIA *acompanha de perto a política científica do país e procura estimular*
o debate aberto dos principais problemas de ciência e tecnologia.

ASSINATURA ANUAL 24 EDIÇÕES POR APENAS R$ 48,00 OU 03 PARCELAS DE R$ 16,00

Tel.: (021) 295 5284 · Fax: (021) 295 6198

É tempo de ciência para todos

AGORA

É MAIS

ECONÔMICO, SEGURO E CONFORTÁVEL

COMPRE TAMBÉM

AMAZÔNIA e ECO BRASIL

Coletânea com os melhores artigos publicados sobre o meio ambiente brasileiro e a Amazônia. Acompanha encarte em inglês.

PREÇO DESTA PROMOÇÃO: **PARCELA ÚNICA** DE R$ 10,00 cada volume

BICHOS 1 e CÉU E TERRA 1

Volumes temáticos para uso em sala de aula. **CIÊNCIA HOJE NA ESCOLA** *traz um encarte para o professor, com dicas para o uso.*
Os índices para crianças e professores são práticos e fáceis de consultar.

PARCELA ÚNICA DE R$ 14,80 cada volume

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS MULTIMÍDIA

O primeiro **CD ROM** *de divulgação científica para crianças e jovens. Coletânea com as dez primeiras edições da CHC Multimídia. Artigos, música, experiências, animações, filmes e jogos. Tudo em português para DOS.*

PARCELA ÚNICA DE R$ 38,00

EINSTEIN E O BRASIL

Tudo sobre a visita de Einstein ao Brasil.
Em dois disquetes, para DOS, com artigos, fotos inéditas e animação.

PREÇO DESTA PROMOÇÃO: **PARCELA ÚNICA** DE R$ 12,00

ASSINATURAS · RENOVAÇÕES · COLEÇÕES · CONSULTAS · TUDO

DISQUE 0800 26 4846

ou envie seu pedido pelo correio para Ciência Hoje: Av. Venceslau Brás, 71 · casa 27 · Rio de Janeiro · RJ
CEP 22290-140 · FAX (021) 541 5342

SBPC

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

Os plásticos podem conduzir eletricidade?

Liege Fontenele Cruz, Rio de Janeiro/RJ

Sim. Embora seja comum nas escolas os professores usarem plásticos como exemplo de isolante elétrico, hoje já é possível fazer com que determinados plásticos especiais conduzam corrente elétrica.

A história desses novos materiais é recente e sua descoberta ocorreu acidentalmente em 1973 na cidade de Shirakawa (Japão) quando um estudante incumbido de preparar um plástico comum, o poliacetileno, cometeu um erro ao usar uma quantidade mil vezes maior que a normal de um catalisador, ingrediente usado na preparação desse material. Com isso, ele obteve um poliacetileno de aspecto metálico diferente do que normalmente se preparava desde os anos 50. Um pesquisador norte-americano tomou conhecimento do fato e resolveu fazer um teste com o novo material. Ao mergulhá-lo em uma solução de iodo, percebeu que o material se tornava condutor elétrico. Desde então, a pesquisa nessa área aumentou muito e, de lá para cá, uma grande quantidade de plásticos que conduzem eletricidade já foi descoberta.

Embora esse material já tenha algumas aplicações comerciais, uma pergunta ainda não foi totalmente respondida: como um plástico pode conduzir eletricidade?

Em primeiro lugar, para entender um pouco do assunto, é necessário saber o que é um plástico do ponto de vista químico. Os plásticos são formados de cadeias poliméricas, moléculas gigantes formadas pela união de várias

Quais as mudanças ocorridas na nomenclatura anatômica?

Tenho dúvidas principalmente com relação aos termos ouvido/orelha.

Isabel Rebelo Roque, Divisão de Livros Didáticos, Ediouro, Rio de Janeiro/RJ

É na quarta série e, mais tarde, na sétima, que a maioria das pessoas estuda o corpo humano, não tendo, a partir daí – exceto se seguirem profissões da área biológica – outras informações a respeito. Assim, livros didáticos para essas séries que sigam a nomenclatura anatômica são desejáveis e infelizmente ainda raros. Mas afinal o que é a nomenclatura anatômica?

No final do século 19, quase todas as estruturas anatômicas já tinham sido descritas. Muitas vezes, no entanto, as mesmas estruturas do corpo humano recebiam denominações diferentes em cada país, chegando a haver mais de 20 mil termos anatômicos. A primeira tentativa de uniformizar e criar uma nomenclatura anatômica internacional ocorreu em 1895 e reduziu esses termos a pouco mais de 5 mil, abolindo os epônimos (nome de pessoas para designar coisas) e racionalizando as denominações.

Em sucessivos congressos de anatomia foram feitas revisões e finalmente em 1955, em Paris, foi aprovada oficialmente a *Nomenclatura Anatômica*, conhecida sob a sigla PNA. (Paris Nomina Anatomica). Revisões subseqüentes foram feitas em 1960, 1965, 1970, 1975 e 1980, sempre aprovadas em congressos internacionais de anatomia. No Brasil, a 5ª edição da *Nomenclatura Anatômica*, correspondente à revisão de 1980, foi publicada pela Editora Medsi, em 1984. Recentemente, um grupo de importantes anatomistas, de vários países, esteve reunido em São Paulo, onde deliberaram sobre uma série de modificações. Suas resoluções, contudo, devem ser aprovadas em um congresso internacional de anatomia para passarem a ter caráter oficial.

Com relação à pergunta sobre o suposto confronto dos termos orelha/ouvido, informo que, desde a PNA, o termo correto é orelha, seja ela externa, média ou interna.

Ezequiel Rubinstein
Professor de anatomia médica do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Polímero condutor de eletricidade

moléculas menores, geralmente idênticas. As cadeias poliméricas lembram uma corrente cujos elos seriam as moléculas pequenas concatenadas por meio de ligações químicas.

O modelo teórico mais aceito sobre a condutividade ao longo dessas cadeias sugere a existência de defeitos em algumas dessas ligações químicas, que podem ceder ou receber um elétron, constituindo-se em um defeito carregado positiva ou negativamente. Ao submeter a cadeia a uma diferença de potencial elétrico, o defeito carregado é atraído em uma direção, transportando carga elétrica, isto é, conduzindo eletricidade. Mas esse modelo não explica como a carga passa de uma cadeia para outra dentro do mesmo plástico, que contém uma grande quantidade delas.

Outras propriedades interessantes também são encontradas nesse novo material, como eletrocromismo (mudança de cor pela aplicação de uma tensão elétrica), armazenamento de cargas elétricas (uso em baterias), fotoluminescência (emissão de luz quando atravessado por uma corrente elétrica) e sensibilidade a vapores de substâncias, detectável através de mudanças nas propriedades elétricas do plástico.

Francisco Luiz dos Santos
Departamento de Física
da Universidade Federal
de Pernambuco

Existe algum fundamento científico no uso de florais para o tratamento de distúrbios psíquicos?

Ivan Ilitch, Novo Hamburgo/RS

Na década de 30, um médico homeopata inglês, Edward Bach, classificou as alterações psicológicas de seus pacientes em 38 'estados de sofrimento'. Inspirado no 'poder curativo inerente à natureza', inventou tratamento para cada um deles com base em plantas silvestres inglesas. A tintura da planta era diluída na ordem de 1 para 100 mil. O carvalho, árvore que na literatura simboliza a força, geraria a sensação de fortaleza. A faia, a de aceitar diferenças. A mostarda traria a alegria, e a faia negra, a fé na vida. Não chega a ser um trabalho original, pois muitos autores desenvolveram tipologias humanas igualmente interessantes e também especularam sobre tratamentos. Em 1933, o Dr. Bach já comercializava seus florais. Na poderosa Inglaterra daquele período, o negócio floresceu.

Hoje vivemos em uma época em que as pessoas querem consumir coisas sobrenaturais e radicais, como bem documentou o astrônomo Carl Sagan em seu livro *O mundo assombrado pelos demônios* (Companhia das Letras, 1997). Ao mesmo tempo, a romântica aspiração por técnicas naturistas de tratamento médico vulgarizou-se, equivocadamente amparada em idéias 'verdes', ecológicas.

Sabemos que a cura depende muito de se mobilizar no paciente a fé, a esperança, o desejo de ser curado. Assim é que a religião, a filosofia, a literatura, a poesia, a música e outras habilidades humanas favorecem a terapêutica. Atualmente, para um tratamento ser aceitável, há necessidade de se provar que tem efeito superior àquele causado por esses fatores inespecíficos. É preciso submetê-lo a estudos, em seres humanos, do tipo duplo-cego (em que nem o paciente nem o médico conhecem o remédio administrado), randomizado (ao acaso) e controlado com placebo (substância inócua), para se concluir por sua eficácia e segurança. Apesar do simpático apelo de suas idéias, o método de tratamento do Dr. Bach por meio de florais não passou por esses testes e não pode, portanto, ser recomendado para o tratamento de doenças mentais.

Almir Tavares, Departamento de Psiquiatria e Neurologia da Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais

Luiz Davidovich

Teletransporte: uma solução em busca de um problema

Em uma célebre exposição pública que fez em Londres, o físico britânico Michael Faraday (1791-1867) mostrou algumas propriedades da eletricidade descobertas por ele. Uma das versões dessa história diz que a rainha, ao final da apresentação, perguntou: "Interessante, mas para que serve isso, senhor Faraday?" Ele teria respondido: "Majestade, para que serve um recém-nascido?". Anos mais tarde, as propriedades descobertas por Faraday levariam à invenção dos geradores de eletricidade.

O teletransporte, obtido recentemente por físicos da Universidade de Innsbruck, na Áustria, é mais ou menos como o recém-nascido de Faraday. Despertou o interesse do público, mas por enquanto os físicos vislumbram poucas aplicações para o fenômeno. As comparações com a máquina teletransportadora da série 'Jornada nas Estrelas' foram inevitáveis, provocando interpretações por vezes equivocadas e dando a entender que era possível transportar matéria. "O que se está transmitindo é só informação", esclarece Luiz Davidovich, professor titular do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro e um dos autores do primeiro trabalho que propõe a viabilidade de se fazer teletransporte com átomos – em Innsbruck, a experiência foi feita com fótons.

ILUSTRAÇÃO CAVALCANTE

Da Universidade do Novo México, em Albuquerque (Estados Unidos), onde participou, durante o mês de fevereiro, de pesquisas sobre óptica quântica e fundamentos da mecânica quântica, Davidovich falou à *Ciência Hoje* sobre os limites e as possibilidades da recente experiência de teletransporte.

ENTREVISTA CONCEDIDA A CÁSSIO LEITE VIEIRA (ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE*/RJ)

Recentemente, a imprensa mundial noticiou a obtenção do fenômeno de teletransporte, dando muitas vezes a entender que era possível transportar matéria de um lugar para outro. Foram inevitáveis as comparações com a máquina da série de ficção científica 'Jornada nas Estrelas'.

O que é o teletransporte realizado com fótons por pesquisadores austríacos?

Primeiramente, vale esclarecer que não está ocorrendo transporte de matéria, mas de informação. E esse transporte não ocorre segundo o processo clássico de transmissão de informação, no qual podemos enviar – por fax, por exemplo – um esquema completo do objeto a ser copiado, após medi-lo detalhadamente. O que se transmite no caso do teletransporte é informação sobre o estado quântico de uma partícula para outra que está distante da primeira. É a chamada informação quântica. O que é um estado quântico? É uma espécie de tabela, que permite prever os resultados de medidas realizadas sobre o sistema (como, por exemplo, uma medida da energia da partícula). Na verdade, o estado quântico só permite prever em geral as probabilidades de se obterem diferentes valores de uma certa quantidade (como a energia). Por que não usar um fax nesse caso para transmitir a tabela? Porque, segundo a mecânica quântica, é impossível medir completamente o estado quântico de uma única partícula. Qualquer medida realizada sobre a partícula altera irremediavelmente seu estado e afeta as medidas posteriores. É possível apenas caracterizar conjuntos grandes de partículas preparadas da mesma forma. Apesar disso, é possível teletransportar a informação e reproduzir o estado quântico de uma partícula em outra, apesar de não termos acesso a esse estado. Por enquanto, vamos dizer que essa transmissão é possível porque essas duas partículas adquirem um tipo especial de correspondência entre elas. Podemos imaginar que temos uma pessoa num recipiente no Brasil e que existe outro recipiente no Japão, contendo todo o material que compõe a pessoa, cada átomo e molécula. Sem entrar em detalhes sobre como ocorre o teletransporte, podemos dizer que esse fenômeno permite que sejam transferidas as características de cada átomo da pessoa para os átomos que estão no recipiente no Japão. Isso permitiria reconstruir no material de lá a pessoa que está no Brasil.

VALE ESCLARECER QUE NÃO ESTÁ OCORRENDO TRANSPORTE DE MATÉRIA, MAS DE INFORMAÇÃO. E ESSE TRANSPORTE NÃO OCORRE SEGUNDO O PROCESSO CLÁSSICO DE TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO

Esse tipo de transmissão de informação violaria as leis da mecânica quântica que regem o microuniverso dos átomos e das moléculas?

Não. Isso foi provado por uma equipe liderada por Charles Bennett, da IBM, nos Estados Unidos, em um artigo da revista *Physics Review Letters*, em 1993. Bennett mostrou como é possível transmitir informação quântica de um lugar para outro, apesar de não ser possível medir o estado da partícula a ser copiada. No exemplo do teletransporte do Brasil para o Japão, estaríamos transmitindo a informação sobre o estado quântico do conjunto de átomos da pessoa. A idéia é que esse estado quântico seja copiado para o conjunto de átomos que está no recipiente no Japão.

Podemos dizer que o fenômeno do teletransporte envolve pelo menos três partículas, sendo que duas delas, criadas em condições especiais, desempenham o papel da máquina transportadora e a terceira é a que será teletransportada?

Sim. As duas partículas que constituem à máquina transportadora' devem formar um par entrelaçado. Para entender o que significa a criação de partículas entrelaçadas, vale situar esse fenômeno numa perspectiva histórica da ciência deste século. É bom lembrar que esse fenômeno despertou grandes preocupações em Einstein. As propriedades das partículas entrelaçadas ferem o senso comum, aquele tipo de lógica com a qual convivemos no dia-a-dia.

Segundo a mecânica quântica, quando duas partículas são entrelaçadas, elas mantêm um tipo de correspondência. Vamos lembrar uma experiência clássica feita em 1982 pelo físico francês Alan Aspect. Ele conseguiu criar em seu laboratório um par de fótons correlacionados, também chamados fótons gêmeos. Os fótons são partículas de luz, mas também podemos imaginá-los como simples oscilações que viajam à velocidade da luz. E aqui, para fins didáticos, nos convém mais encará-los desse segundo modo. A luz é constituída de oscilações que podem se situar num determinado plano, do mesmo modo que se pode fazer uma corda vibrar num só plano. Quando a luz vibra num plano só, dizemos que ela está polarizada. Ela pode oscilar no plano vertical, no horizontal ou até pode ser que esse plano de vibração gire com o passar do tempo. Na experiência de Aspect, os dois fótons correlacionados partiram simultaneamente em direções opostas e tinham polarizações dife-

rentes. Se o plano de um fóton girasse para a direita, o outro necessariamente teria que girar para a esquerda. Mas como foram produzidos em um estado entrelaçado, eles sofriam de uma indeterminação quântica. Seria como se não pudéssemos determinar exatamente para que lado cada fóton está girando. É como se cada fóton girasse, ao mesmo tempo, para a esquerda e para a direita. O que a mecânica quântica permite dizer é que, se determinarmos que um dos fótons gira para a esquerda, o outro automaticamente deverá girar para a direita. E não importa quão distantes eles estejam. Por exemplo, um poderia estar na Terra e outro em outra galáxia. Mas no momento em que se determina que um gira para um lado, o outro invariavelmente passa a girar para o lado contrário. É isso que Einstein chamou de ação fantasmagórica à distância. Ele dizia que, no caso dos fótons, a informação sobre como o segundo fóton deveria vibrar teria que viajar mais rapidamente do que a luz para poder alcançar seu par. Para Einstein, isso seria um paradoxo porque violaria o princípio da relatividade, que estabelece que nada pode viajar mais rápido do que a luz.

O CAPITÃO DE 'JORNADA DAS ESTRELAS' TERIA UMA PROBABILIDADE MUITO REDUZIDA DE SOBREVIVER A ESSA AVENTURA

Como se provou que não havia paradoxo algum?

Porque, na verdade, não há transmissão de informação no sentido clássico. O que ocorre é uma correspondência quântica, em que uma partícula determina instantaneamente o comportamento da outra, independentemente de quão distante elas estejam e quão rápido elas viajem. Essa correspondência não transmite informação se imaginarmos dois observadores detectando cada um dos dois fótons do par. Então cada observador, após uma série de experiências, detecta metade dos fótons girando para um lado e metade girando para o outro e só ao compararem as suas medidas vão perceber que há uma correlação entre elas. A experiência de Aspect mostrou que esse comportamento, por mais que possa ferir o senso comum, é permitido pelas leis que regem o microuniverso dos átomos e das moléculas.

Se a máquina teletransportadora é formada por um par de partículas correlacionadas, como se faz o teletransporte de uma terceira?

Suponhamos que criamos um par correlacionado de fótons, um com vibrações ao longo de um plano vertical, e outro ao longo de um plano horizontal. Depois de correlacionados, cada fóton passaria a ter um plano de vibração indefinido, uma sobreposição dos dois estados, cada um correspondendo a um plano de oscilação. A correlação me garante, no entanto, que, se um dos planos é horizontal, o outro é vertical. Um dos fótons é enviado então para Londres. Digamos agora que eu quero teletransportar o estado de um terceiro fóton para Londres. O que devo fazer é também criar um par correlacionado entre esse terceiro fóton e o primeiro (que permaneceu comigo). Isso é feito fazendo os dois fótons passarem através de um aparelho que produz um entre quatro possíveis estados correlacionados. Esses estados correspondem às seguintes alternativas: os dois fótons oscilam no mesmo plano, que pode ser vertical ou horizontal. Um dos fótons oscila em um plano vertical enquanto o outro oscila num plano horizontal. Pode-se mostrar que cada uma dessas alternativas dá origem a dois estados, de modo que temos quatro estados ao todo. O aparelho interage com o conjunto dos dois fótons, produzindo um dos quatro estados entrelaçados (cada um deles tem igual probabilidade de ser produzido, e não podemos saber *a priori* qual deles ocorrerá). A produção de um desses estados instantaneamente afeta o estado do fóton em Londres, o qual não é ainda uma cópia fiel do terceiro fóton. Para produzir essa cópia devo telefonar para Londres, informando qual dos estados entrelaçados foi produzido (o aparelho nos dá essa informação). Sabendo disso, a pessoa que está em Londres aplica uma transformação no fóton que recebeu, mudando seu estado quântico (por exemplo, seu plano de oscilação). Essa transformação depende de qual dos estados entrelaçados foi produzido no Brasil (em apenas um caso entre os quatro não é necessário aplicar uma transformação ao segundo fóton). Após a transformação, o fóton em Londres torna-se uma cópia fiel do fóton original. O que se fez, na verdade, foi uma cópia – ou um clone, como está na moda – do terceiro fóton em Londres, destruindo ao mesmo tempo seu original no Brasil (uma vez que a produção de um estado correlacionado do primeiro fóton com o terceiro altera o estado do fóton a ser copiado). É esse basicamente o experimento que foi feito em Innsbruck, exceto pelo fato de que eles se limitaram ao caso em que o estado entrelaçado detectado é aquele que dispensa a aplicação de uma transformação no segundo fóton. Isto é, eles só procuraram realizar o teletransporte em 25% dos casos. E, além disso, devemos considerar outros fatores, como a ineficiência de produção e de detecção dos fótons, o que

faz com que a probabilidade de acerto seja ainda muito pequena. O capitão de 'Jornada nas Estrelas' teria uma probabilidade muito reduzida de sobreviver a essa aventura.

Quer dizer que a pessoa que está em Londres só obteria uma cópia do fóton original depois que fosse informada por meios convencionais, fax ou telefone, por exemplo, sobre os resultados obtidos no Brasil?

Sim. Antes disso, a pessoa em Londres não saberia que tipo de informação deveria ser aplicada a seu fóton, para transformá-lo em uma cópia do original.

ARTHUR SCHAWLOW DISSE QUE, SE NA ÉPOCA DE SUA INVENÇÃO ALGUÉM ESTIVESSE PROCURANDO UMA CURA PARA A CATARATA, O LASER JAMAIS TERIA SIDO DESCOBERTO

É o que aconteceria quando um integrante da tripulação da nave *Enterprise*, de 'Jornada nas Estrelas', é transportado da sala de controle para a superfície de um planeta? Todos os átomos que o formam precisariam estar na superfície do planeta e, além disso, estar correlacionados com seus semelhantes na nave?

Sim, desde que fosse possível correlacionar esse grande número de átomos. Mas, mais uma vez, só se saberá como remontar o tripulante quando o operador da máquina de teletransporte no planeta receber o relatório completo especificando qual dos múltiplos estados entrelaçados foi obtido na nave. Esses estados envolvem todos os átomos do viajante, bem como os átomos ou fótons da máquina de teletransporte, o que resulta em um número de possíveis estados entrelaçados muito maior que os quatro da experiência de Innsbruck!

O teletransporte foi feito com fótons, mas o senhor e colegas do Brasil e da França propuseram o teletransporte com átomos. Qual é a dificuldade de se passar de uma partícula de luz para um objeto com as dimensões de um átomo?

Em 1993, Bennett propôs o teletransporte de uma forma abstrata. Só mostrou que, em princípio, era possível a transmissão de informação quântica. Meses depois foi publicado outro artigo, do qual participei com o professor Nicim Zagury, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e um grupo da École Normale, em Paris, liderado pelo professor Serge Haroche. Foi o primeiro artigo que mostrou que a proposta abstrata do Bennett podia ser de fato realizada em laboratório e que envolvia a transmissão de informação quântica de um átomo para outro. A idéia é reproduzir o estado de um átomo em outro que está distante do primeiro, usando para isso um sistema que lembra o teletransportador de 'Jornada nas Estrelas'. Em nosso caso, a máquina de teletransporte consiste em duas cavidades cujos campos eletromagnéticos estão correlacionados, isto é, o estado de um depende do estado do outro, como no exemplo dos fótons 'gêmeos'. Passando um átomo pela primeira cavidade dessa máquina e realizando sobre ele e sobre o campo na cavidade algumas operações, de modo a produzir estados entrelaçados, seria possível reproduzir suas características em outro átomo que passaria pela segunda cavidade. O grupo de Haroche já conseguiu criar pares de átomos correlacionados, que é a fase preliminar do teletransporte. Falta agora correlacionar o terceiro átomo a ser teletransportado. Trata-se sem dúvida de uma experiência mais complexa que a realizada em Innsbruck, que permitirá no entanto estender a átomos o que foi feito com fótons.

Que aplicações poderia ter o fenômeno do teletransporte?

Evidentemente, em qualquer área de pesquisa básica, é difícil prever aplicações. Surpresas têm sido grandes ao longo da história da ciência. Pesquisas que aparentemente não tinham nenhuma aplicação em vista resultaram em tecnologias importantíssimas. Convém lembrar uma frase que se dizia na época em que o *laser* foi descoberto, em 1960. Ele era considerado 'uma solução em busca de um problema'. Achava-se que o *laser* era um fenômeno interessante, mas não se vislumbrava nenhuma aplicação. Mais tarde, Arthur Schawlow, que ganhou o Nobel de Física de 1981 pelo uso do *laser* em espectroscopia, disse que, se na época de sua invenção alguém estivesse procurando uma cura para a catarata, o *laser* jamais teria sido descoberto. E sabemos que tem implicações importantíssimas. Quanto ao teletransporte, já estão surgindo algumas. Uma que tem até patente é a aplicação em criptografia quântica (área em que se usam propriedades da mecânica quântica para transmitir mensagens codificadas).

Imaginemos que pudéssemos armazenar um tipo de informação em um par de fótons correlacionados criados no Brasil. Uma dessas partículas seria enviada ao senhor, aí nos Estados Unidos. Se alguém tentasse interceptar esse fóton para descobrir a informação armazenada, automaticamente o fóton daqui daria um alarme do tipo "Atenção, meu par foi interceptado"?

Exatamente. O alarme não seria instantâneo, seria necessário

comparar as medidas realizadas aqui e nos Estados Unidos, mas saberíamos de fato, dentro dos limites impostos pela velocidade da luz, que houve uma 'escuta'. Usando correlações quânticas, poderíamos transmitir informação de forma extremamente segura. Seria possível precaver-se contra qualquer pessoa que quisesse captar sua informação, porque saberíamos que algo interferiu nesse sistema. Há um protótipo desse tipo funcionando na Suíça. Os fótons são enviados através de uma fibra óptica que passa por baixo do lago de Genebra, com comprimento de cerca de 30 km. Há um fato impressionante na física que é o de essas propriedades quânticas de correlação se manterem por distâncias tão grandes como essas. Portanto, essa é uma aplicação da transmissão segura da informação que tem grande importância na área empresarial, bancária etc.

Esse fenômeno estaria por trás, por exemplo, do chamado computador quântico?

A computação quântica lida também com esses estados entrelaçados ou correlacionados. O teletransporte seria uma maneira de transmitir informação sobre o estado de um bit de computação de um ponto de um circuito para outro, por exemplo. Mas eu diria que, em relação à criptografia, as aplicações em computação quântica estão ainda mais distantes. Atualmente, há apenas dois problemas que se pensa em resolver por computação quântica, e as dificuldades práticas são enormes. Mas, de qualquer forma, do ponto de vista de física fundamental, a pesquisa em teletransporte e a obtenção de partículas correlacionadas estão trazendo uma grande contribuição ao entendimento dos mecanismos básicos da mecânica quântica.

Para finalizar, se pensarmos que uma pessoa tem cerca de 10^{25} átomos, então estaríamos longe de uma máquina que reproduzisse o teletransporte da nave *Enterprise*?

Sim. E mais ainda. Na experiência de teletransporte feita em Innsbruck, cada teletransporte bem-sucedido ocorria depois de mais de mil tentativas. O rendimento é muito baixo e a possibilidade de erro ainda é grande. Outro ponto importante é que nessa experiência houve transporte de informação quântica de um fóton para outro que estava a 1 m de distância. Evidentemente, as distâncias envolvidas são aquelas possíveis dentro de um laboratório. O que se está fazendo é transmitir informação ainda com sistemas extremamente simples.

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

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

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

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

Regionais: **AC** - Caixa Postal 36. Cep: 69908-970, Rio Branco - AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). **MA** - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - Sl., 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 (Elizabete 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/Síntese 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 - 3ª 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. mais@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 (Luis Carlos Gomes Simões). **SP (subárea II)** - Depto. Ciência Tecno. 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. giuglian@dpx1.hcpa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Viana, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho. **Rio Grande (seccional)** - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsirio@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Sírio Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica/CCA/UFSC.Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).

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

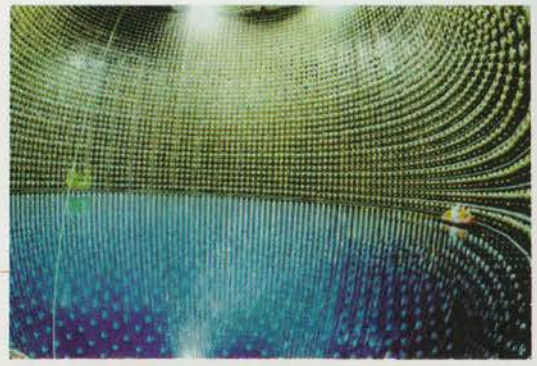
www.dialdata.com.br

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

!!!motiva

FÍSICA DE PARTÍCULAS

DÚVIDA SOBRE A CONSERVAÇÃO DO NÚMERO DE LÉPTONS



O gigantesco detector de neutrinos SuperKamiokande está revelando uma anomalia em neutrinos de raios cósmicos que ameaça invalidar leis de conservação aceitas até agora no modelo-padrão da física das partículas elementares. Segundo esse modelo, existem leis de conservação separadas para o número de cada um dos três tipos de léptons conhecidos: elétrons, múons e taus. Sabe-se que há um tipo diferente de neutrino associado a cada um desses tipos de léptons. No detector SuperKamiokande, os neutrinos são capturados em 50 mil m^3 de água purificada. Os neutrinos provêm de desintegrações provocadas por raios cósmicos de alta energia. Segundo as previsões teóricas baseadas no modelo-padrão, o número de neutrinos muônicos deveria ser o dobro do número de neutrinos eletrônicos. Entretanto, a proporção observada foi cerca de um para um. Essas observações colocam em questão o modelo-padrão, base de todas as interpretações teóricas atuais na física de altas energias.

Nature, 8/1/98

MEDICINA

UMA FÓRMULA CONTRA ENXAQUECA

Uma combinação de três remédios – acetaminofen, aspirina e cafeína – vendidos sem receita médica, é muito eficaz no tratamento da enxaqueca, mesmo quando associada às náuseas, à sensibilidade à luz e ao barulho. Pesquisadores da Faculdade de Medicina Albert Einstein, em Nova York, observaram 1.200 pacientes que sofriam de enxaqueca. Em três experimentos diferentes, os cientistas, liderados por Richcard B. Lipton, verificaram que duas horas depois de tomar os medicamentos, as dores haviam diminuído ou cessado em 59,3% dos pacientes. Após seis horas, 50,8% dos pacientes estavam completamente restabelecidos.

Archives of Neurology, fevereiro/1998

PALEONTOLOGIA

DINOSSAURO COM PENAS?

Três exemplares excepcionalmente preservados do dinossauro *Sinosauropteryx prima*, descoberto na China no fim de 1996, acabam de ser descritos em detalhe por uma equipe de paleontólogos chineses. A pele dos dinossauros contém estruturas filamentosas que os autores interpretam como sendo precursoras de penas. Junto com outras evidências, a descoberta reforça a tese de que esses dinossauros foram os ancestrais dos pássaros. Os *Sinosauropteryx* tinham uma cauda longa e eram do tamanho de uma galinha. Os espécimes descritos são sem dúvida os restos de dinossauros mais bem preservados conhecidos até hoje. Em um dos fósseis, foram encontradas duas estruturas identificadas como ovos. Fósseis de outro tipo de dinossauro (*Protarcheopteryx*) encontrados na mesma região da China parecem ter verdadeiras penas, segundo relatórios preliminares.

Nature, 8/1/98

OCEANOGRAFIA

VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR

Variações no nível dos oceanos foram observadas durante períodos na escala de 100 milhões de anos, mas ainda não se conhece bem o mecanismo que causa essas mudanças. Os pesquisadores da Universidade de Toronto (Canadá), J. E. Mound e J. X. Mitrovica, concluíram que, a longo prazo, uma variação significativa do nível do mar pode ser causada por mudanças na rotação da Terra. Os autores concentraram seus estudos nos últimos 130 milhões de anos, em que houve um aumento de 100 m no nível dos oceanos durante o período Cretáceo, seguindo-se uma queda gradativa até o presente. Segundo os cientistas, as flutuações na posição dos pólos da Terra durante períodos de tempo dessa ordem seriam responsáveis por efeitos gravitacionais sobre as partes sólidas e os oceanos, dando origem às mudanças do nível dos oceanos.

Science, 23/1/1998

MEDICINA

ABSTINÊNCIA DE ÁLCOOL REDUZ CÂNCER DE MAMA

Diminuir o consumo de álcool reduz o aparecimento do câncer de mama, afirmam pesquisadores da Escola de Saúde Pública da Universidade de Harvard (Estados Unidos). Liderados por Stephanie A. Smith-Warner, os cientistas acompanharam, por 11 anos, a evolução de 322.647 mulheres, incluindo 4.335 que já tinham tido câncer de mama. Verificaram que as que tomavam de duas a cinco doses diárias de álcool (30 a 60 gramas) mostraram um aumento de 41% no risco de ter câncer de mama. Nas que tomavam mais de 60 gramas, o risco era 31% mais alto de ter câncer invasivo (em estado mais avançado).

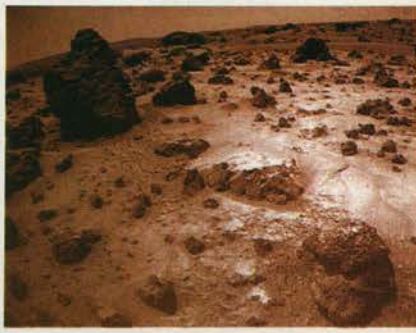
Por outro lado, como o álcool – sobretudo o vinho – é recomendado em quantidades moderadas para reduzir a incidência de doenças cardiovasculares, os cientistas sentem a necessidade de mais pesquisas para avaliar os riscos e benefícios do consumo da bebida.

Journal of American Medical Association, 18/2/1998

ASTROFÍSICA

ROCHAS MARCIANAS SÃO IDÊNTICAS

O exame de 16 mil imagens e 20 análises químicas das rochas da superfície de Marte obtidas durante três meses pela missão *Pathfinder* está levando os cientistas a uma conclusão inesperada. A expectativa inicial era de que o sítio examinado contivesse uma variedade de tipos diferentes de rochas depositadas por inundações em eras remotas. As imagens iniciais mostrando rochas de formas, cores e texturas diferentes pareciam confirmar essa idéia. Entretanto, relatórios apresentados por vários membros da equipe internacional da missão *Pathfinder* na reunião da Sociedade Americana de Geofísica, realizada em dezembro em São Francisco, indicam que se trata, na realidade, de rochas do mesmo tipo. As variações de cor devem-se a diferentes revestimentos de poeira marciana, de natureza sulfúrica. Subtraindo-se o efeito dessa cobertura, todas as rochas analisadas mostraram a mesma composição química.



Science, 9/1/98

FÍSICA ATMOSFÉRICA

SATÉLITE VAI ESTUDAR O SOL E A TERRA

Um novo tipo de programa de baixo custo – SNOE – promovido pela Nasa (agência espacial norte-americana) permite a estudantes, em associação com suas universidades, projetar, construir e enviar ao espaço satélites com fins científicos. A primeira missão vai estudar os efeitos da energia do Sol e da magnetosfera sobre os teores de óxido nítrico na alta atmosfera da Terra. A nave espacial utilizada para essa missão foi inteiramente desenvolvida e será dirigida pelo Laboratório de Física Atmosférica e do Espaço da Universidade do Colorado em Boulder (EUA). A bordo, três instrumentos de medida: um espectrômetro de raios ultravioleta para medir o perfil do óxido nítrico em função da altitude, um fotômetro de raios X moles solares e um fotômetro que fará medidas das emissões das auroras embaixo da nave. O custo total da missão, incluindo o lançamento da nave, é de US$ 12 milhões, muito baixo para uma missão espacial.

Nasa release, 98-20

MEDICINA

UM ANALGÉSICO MAIS POTENTE

Uma substância obtida a partir da toxina presente na pele de um sapo do Equador abre novas perspectivas no controle da dor. Em experiências com ratos, farmacologistas do Laboratório Abbott, nos Estados Unidos, perceberam que a substância bloqueia a dor ativando um receptor de acetilcolina em vez de um receptor opiáceo, como no caso da morfina. Além de ser mais eficaz que a morfina – 200 vezes mais potente –, a droga ABT-594 mostrou poucos sinais de dependência ou toxicidade. Resta saber se os resultados vão se repetir no homem. O laboratório, que já começou a testar a droga em humanos na Europa, deve obter resultados em poucos meses. A ABT-594 parece não criar dependência por não interagir com receptores opiáceos.

Science, 2/1/1998

FLASH * FLASH * FLASH

* **Estudos independentes de cientistas das universidades de Harvard e de Maryland provaram pela primeira vez que vitaminas do complexo B (ácido fólico, B6 e B12) e um copo de vinho por dia reduzem os riscos de infartos e derrames. Parece que as vitaminas diminuem os níveis de homocisteína no sangue, aminoácido que contribui na obstrução de artérias.**

* O sangue de um paciente do Congo belga conservado desde 1959 estava contaminado pelo HIV1, desmentindo a versão de que o primeiro caso humano de infecção pelo vírus seria o de um comissário de bordo. A epidemia de Aids teria começado, portanto, nessa época, quando refugiados da guerra civil iniciada em 1960 no Congo teriam contribuído para sua disseminação.

* **Pesquisadores franceses no Senegal descobriram que o vírus da febre amarela pode ser transmitido por uma fêmea do mosquito *Aedes aegyptia* seus descendentes. Isso contraria idéias anteriormente aceitas de que o vírus precisaria se multiplicar durante 15 dias no corpo do mosquito para poder ser transmitido ao homem. O novo mecanismo permite a transmissão em apenas dois a três dias, desempenhando provavelmente um papel importante na propagação da epidemia.**

* A próxima missão espacial a Marte vai instalar um microfone no planeta, para captar sons, como o de tempestades de areia, que poderão ser ouvidos na Internet.

* **Ruínas de templos no Camboja foram descobertas por imagens de radar de um avião DC-8 da Nasa, penetrando através de densas florestas. Explorações posteriores permitiram encontrar as ruínas de uma cidade do século 10 em Angkor, construída 200 a 300 anos antes do famoso templo de Angkor Wat.**

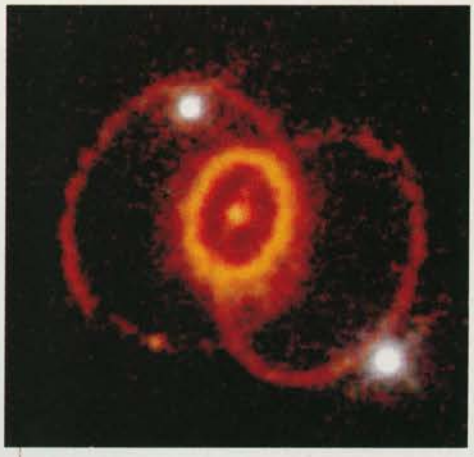
* As previsões mais recentes sugerem que o fenômeno El Niño continuará perturbando as condições meteorológicas por alguns meses além do que se havia previsto. Acredita-se que ele vai ficar ativo durante todo o outono e o início do inverno no hemisfério Sul.

* **Resultados apresentados durante a reunião anual da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS), na Filadélfia (EUA), questionam a idéia de que o povoamento das Américas resultou de uma migração de populações asiáticas através do estreito de Behring, 10 mil a 11 mil anos atrás. Novos resultados indicam que houve pelo menos três a quatro ondas migratórias que se estenderam por milhares de anos.**

MICHELINE NUSSENZVEIG • *CIÊNCIA HOJE*/RJ

ASTRONOMIA

ONDA DE CHOQUE USADA PARA INVESTIGAR SUPERNOVA



O novo espectrógrafo instalado em 1997 no telescópio espacial Hubble permitirá observar pela primeira vez a colisão extraordinariamente violenta da onda de choque resultante da explosão de uma supernova com um anel gasoso que a circunda. Trata-se da supernova 1987A, a mais brilhante depois da observada por Johannes Kepler em 1604. O anel gasoso em torno dela, formado 20 mil anos antes da explosão da supernova, tem um raio da ordem de 1 ano-luz. A onda de choque provocada pelos resíduos da explosão atinge velocidades de cerca de 70 milhões km/h. A colisão eleva a temperatura do gás de alguns milhares de graus até várias centenas de milhares. A observação da colisão deverá fornecer informações extremamente importantes sobre a estrutura do sistema estelar que deu origem à supernova.

Nasa release, 98-24

CIÊNCIAS DOS MATERIAIS

POROS FEITOS SOB ENCOMENDA

Pesquisadores da Universidade de Santa Bárbara na Califórnia conseguiram produzir materiais com poros de tamanho, densidade e orientação desejados. Trata-se de uma sílica com poros hexagonais, que podem ter de 5 a 30 nanômetros de diâmetro, depositada sobre copolímeros de polioxialquialeno que depois se separam para reutilização. O material, uma verdadeira 'peneira molecular', pode ter aplicações químicas ou na medicina.

Science, 23/1/1998

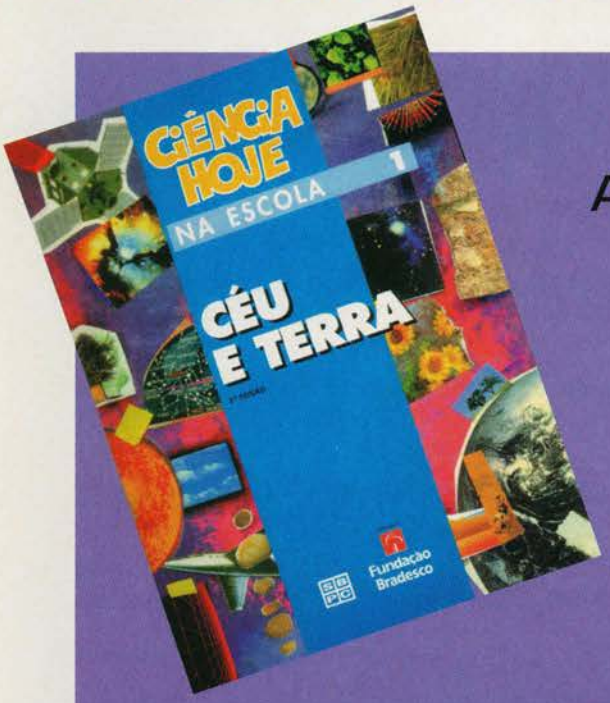
NEUROLOGIA

ENVELHECIMENTO DO CÉREBRO DIFERE EM HOMENS E MULHERES

Um estudo feito por pesquisadores nos EUA mostra que, com a idade, as mudanças no cérebro dos homens são mais acentuadas que nas mulheres. Usando ressonância magnética, 330 voluntários idosos foram examinados. Os voluntários estão sendo acompanhados para observar possíveis variações comportamentais provocadas pelas mudanças no cérebro e verificar se estas são responsáveis por doenças como a de Alzheimer.

Archives of Neurology, fevereiro/98

CHEGOU Ciência Hoje na Escola



As suas aulas ficarão mais ricas e animadas!

PROFESSOR

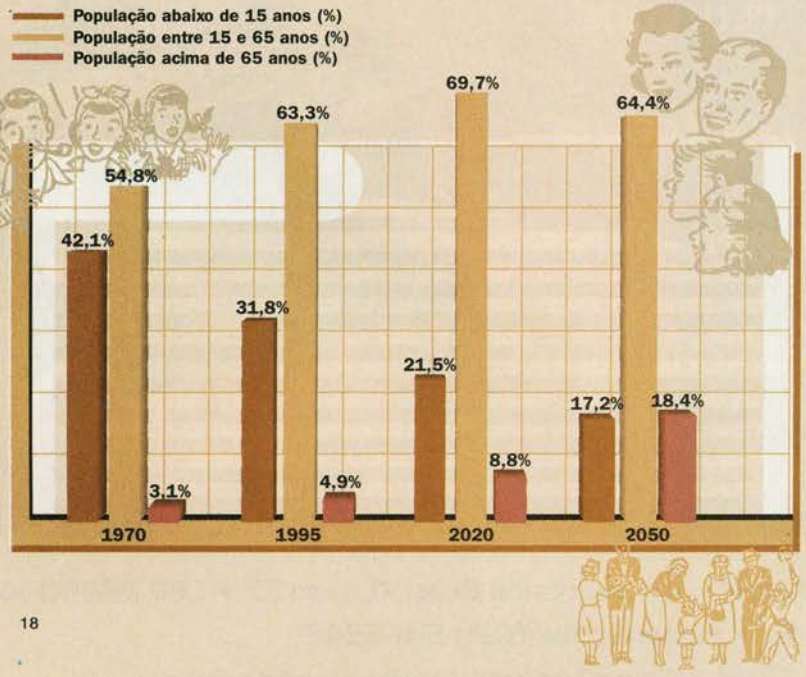
São artigos e experiências reunidos por temas curriculares publicados na Ciência Hoje das Crianças

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

O Brasil de cabelos

As estatísticas são eloqüentes: a população brasileira está passando por um rápido processo de envelhecimento. O número de idosos (pessoas com 65 anos ou mais) correspondia em 1970 a 3,1% da população total; em 1995, o índice subiu para 4,9%. E projeções indicam que atingirá 8,8% em 2020, e 18,4% em 2050. Paralelamente, a participação das crianças de até 15 anos na população total, que era de 42,1% em 1970, baixou para 31,8% em 1995. E estima-se que diminua ainda para 21,5% em 2020 e 17,2% em 2050.

PARTICIPAÇÃO RELATIVA DE GRUPOS ETÁRIOS NA POPULAÇÃO BRASILEIRA (1970-2050)



FONTE: IBGE E PROJEÇÕES DE JOSÉ ALBERTO MAGNO DE CARVALHO E MORVAN DE MELLO MOREIRA

"SEMPRE TIVEMOS O CONCEITO de que éramos um país jovem e que o envelhecimento era um problema dos europeus, norte-americanos e japoneses", destaca o geriatra Jorge Alexandre Silvestre, da Coordenação de Doenças Crônico-Degenerativas do Ministério da Saúde. "Realmente, vive-se mais nesses países, onde há maior expectativa de vida. Mas o que muitos não perceberam é que, desde 1960, a maioria dos idosos (em números absolutos) vive em países em desenvolvimento e as projeções estatísticas mostram que esse segmento é o que mais vai crescer nesses países até meados do próximo século."

O envelhecimento da população brasileira teve seu início na segunda metade dos anos 70, quando houve um importante declínio da taxa de fecundidade. De 5,8 filhos por casal em 1970, esse índice baixou para 4,3 em 1980 e 2,3 em 1995. Segundo projeções, em 2020, será de 1,8, ou seja, abaixo da chamada taxa de reposição de

brancos

ILUSTRAÇÃO AXEL SANDE

Envelhecimento acelerado transforma o perfil da população

2,1, que resultaria em crescimento nulo. Assim, prevê-se que a população brasileira apresente taxas negativas de crescimento (redução do número de habitantes) a partir de 2040, quando chegará a 250 milhões.

Em curto período de tempo, a população brasileira terá conhecido duas situações diametralmente opostas. Até os anos 70, o Brasil, como os demais países em desenvolvimento, teve uma forte explosão demográfica. As crianças nascidas até então já atingiram – ou estão atingindo – a idade adulta. Com a queda da taxa de fecundidade, menos crianças passaram a nascer, o que explica o envelhecimento da população.

Baixa fecundidade e envelhecimento da população são fenômenos generalizados, que ocorrem em todas as classes sociais e em todas as regiões do país (ainda que tenham se iniciado no Sul-Sudeste para mais tarde atingir o resto do Brasil).

PROCESSO IRREVERSÍVEL

Para o demógrafo José Alberto Magno de Carvalho, do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da UFMG e presidente da União Internacional para Estudo Científico da População, trata-se também de um processo irreversível, pois para evitá-lo seria necessário retornar à taxa de fecundidade dos anos 60, o que ele considera improvável.

O envelhecimento da população brasileira impressiona pela rapidez com que tem ocorrido.

FONTE: ANAIS ESTATÍSTICOS MUNDIAIS DE SAÚDE (1979 E 1982)

MUDANÇAS NOS PAÍSES QUE TERÃO MAIS DE 16 MILHÕES DE IDOSOS NO ANO 2025

Países	1950 (classificação)	1950 (milhões)	2025 (classificação)	2025 (milhões)
China	1º	42	1º	284
Índia	2º	32	2º	146
CEI	4º	16	3º	71
EUA	3º	18	4º	67
Japão	8º	6	5º	33
Brasil	16º	2	6º	32
Indonésia	10º	4	7º	31
Paquistão	11º	3	8º	18
México	25º	1	9º	17
Bangladesh	14º	2	10º	17
Nigéria	27º	1	11º	16

Poucos países do mundo apresentam índices iguais ou superiores. Nos países desenvolvidos, a população envelheceu lentamente, durante todo este século. No Brasil, o fenômeno está ocorrendo de uma geração para a outra. Pela sua importância, os estudiosos têm falado de uma revolução demográfica.

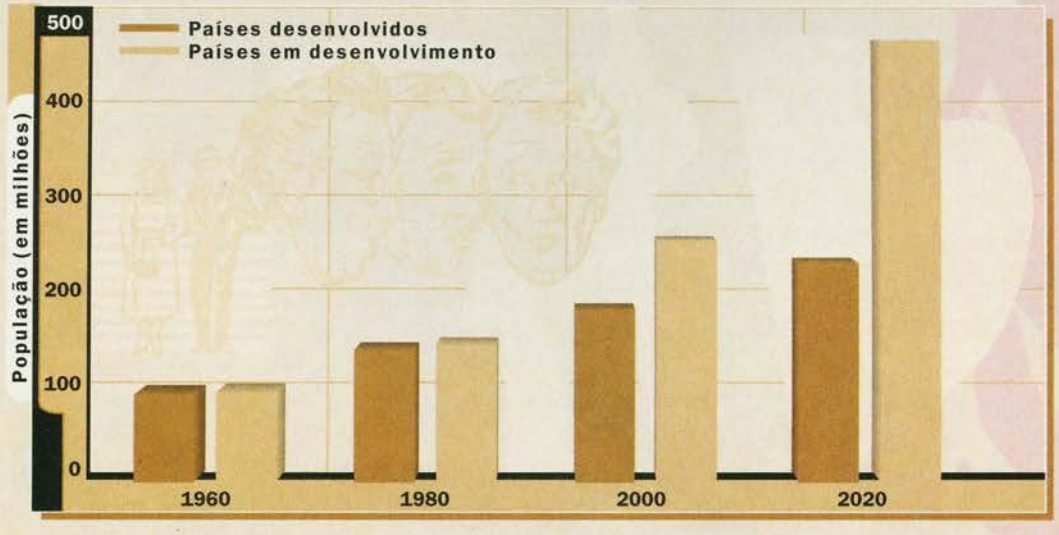
A análise do índice de idosos de alguns países ilustra a rapidez desse envelhecimento. O índice é obtido através do quociente entre a população acima de 65 anos e aquela abaixo de 15. No Brasil, por exemplo, era de 8,2 em 1970, o que equivale a dizer que, para cada 100 crianças com menos de 15 anos, havia 8,2 idosos. Em 1990, esse índice havia pulado para 13,8 e deve chegar a 39,2 em 2020, o que corresponde a um aumento de 378% em 50 anos. No mesmo período, esse índice terá aumentado em 114% na Argentina, 198% na Índia e 253% no México – países em que a população também está envelhecendo.

A faixa etária de 60 anos ou mais é a que mais cresce em termos proporcionais. "Segundo a Organização Mundial da Saúde, entre 1950 e 2025, a população de idosos no país crescerá 16 vezes contra cinco vezes da população total, o que nos colocará em termos absolutos como a sexta população de idosos do mundo", alerta Silvestre.

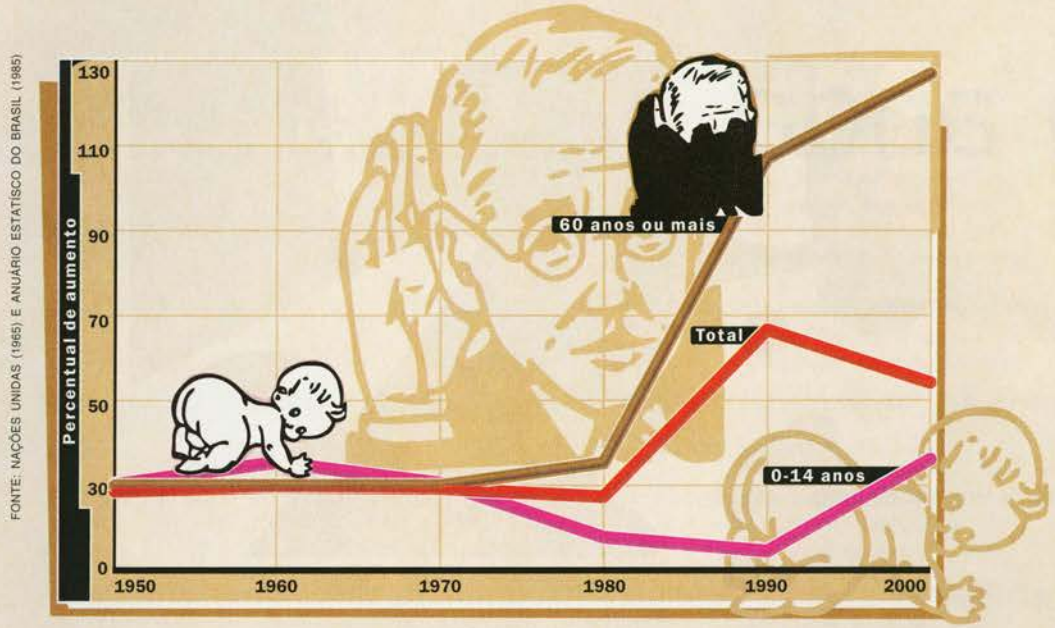
Os efeitos diretos do envelhecimento populacional na organização econômica e social do país serão muitos. Com a queda de fecundidade e o envelhecimento das últimas gerações da explosão demográfica, a população considerada ativa (entre 15 e 65 anos) deve crescer ainda mais. Em 1970, correspondia a 54,8% da população total; em 1995, a 63,3%. Em 2020, a proporção deve ser de 69,7%.

Essa importante percentagem da população em idade ativa corresponde, para Carvalho, a "uma grande oportunidade para a sociedade brasileira dar um salto de qualidade e resolver problemas sociais básicos como nutrição, educação e direitos humanos". Ele enxerga o envelhecimento da população como "um período dourado em termos demográficos".

POPULAÇÃO IDOSA NO MUNDO – 1960-2020



FONTE: ANAIS ESTATÍSTICOS MUNDIAIS DE SAÚDE (1987)



◀ **CRESCIMENTO (%) DA POPULAÇÃO BRASILEIRA – SEGUNDO GRUPOS ETÁRIOS**

▲ **PIRÂMIDE POPULACIONAL – BRASIL**

EM BUSCA DO TEMPO PERDIDO

Carvalho lamenta que a opinião pública brasileira não tenha sido mobilizada para o fenômeno. "Só agora se acordou para essa realidade", constata. "Já perdemos 20 anos, estamos um pouco atrasados, mas ainda há tempo para agir."

Após 2020, no entanto, as projeções prevêem uma queda na proporção da população em idade ativa, acompanhada de um aumento ainda maior na percentagem de idosos. A partir daí, segundo Carvalho, as circunstâncias favoráveis ao desenvolvimento social tornam-se um problema.

"Temos que nos preparar institucionalmente para enfrentar esse desafio", afirma. Para ele, isso pode ser feito com maiores investimentos na área de saúde, por um lado, uma vez que os cuidados com idosos são mais onerosos. Além disso, ele se preocupa com a questão da previdência social, pois uma população cada vez menor de ativos terá de sustentar um contingente cada vez maior de idosos. Apesar de considerar positiva a recente reforma na previdência, porque aumenta o tempo de contribuição para os brasileiros em idade ativa, o demógrafo acredita que "estamos longe de ter um sistema ideal".

Bernardo Esteves
Especial para *Ciência Hoje*/MG

Como anda a saúde do

O atendimento aos idosos, nos sistemas de saúde público e privado, ainda é em geral precário. Por não ter recebido informações adequadas durante sua formação, a grande maioria dos profissionais envolvidos não reconhece e não dá a devida importância às características especiais da saúde da chamada terceira idade, e mesmo as normas definidas pelo poder público não atendiam, até recentemente, as necessidades desse segmento da população. O quadro é alarmante, inclusive porque a proporção de idosos vem aumentando rapidamente no país, mas há perspectivas. Mudanças recentes nas leis, nas estratégias oficiais e nas normas de conduta referentes à assistência ao idoso apontam para um futuro de maior atenção e respeito aos cidadãos com 60 anos ou mais.

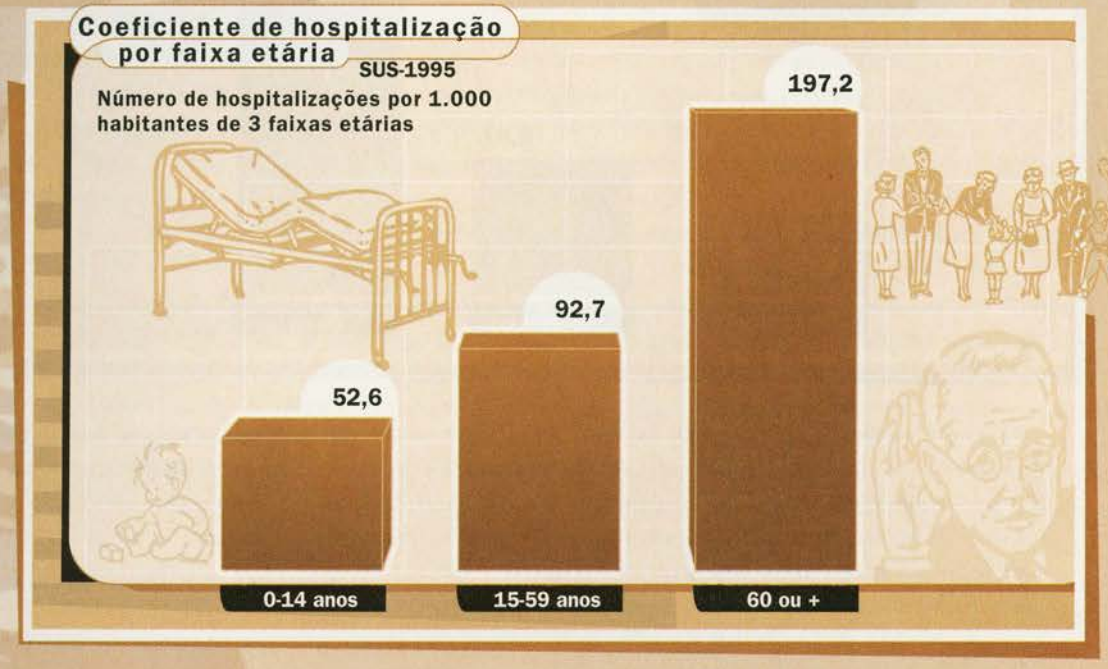
Jorge Alexandre Silvestre
Faculdade de Medicina, Universidade do Rio Grande, Coordenação de Doenças Crônico-Degenerativas, Ministério da Saúde

O FECHAMENTO DA CASA DE SAÚDE SANTA GENOVEVA, no Rio de Janeiro, em 1995, após denúncias de maus-tratos a idosos em outros locais, amplamente divulgadas pelos meios de comunicação, revelou ao país um modelo perverso e excludente de atendimento a essa faixa da população. O acesso ao sistema público de saúde é difícil para os maiores de 60 anos, o tratamento que recebem em alguns asilos e clínicas particulares chega a ser desumano e diversos problemas dessa faixa etária, mesmo de fácil identificação para um profissional com treinamento mínimo, passam desapercebidos ou são tratados de modo inadequado. Esse quadro tende a se agravar pelo crescimento da população idosa do país, confirmado pelas estatísticas demográficas, o que impõe novos desafios aos profissionais de saúde e ao poder público.

O problema envolve toda a sociedade, mas a exigência maior recai sobre o sistema público de saúde. O objetivo dos estudos e iniciativas nesse sentido é garantir aos idosos, através de uma atenção adequada à sua saúde, um máximo de vida ativa na comunidade e junto à família, com o menor grau de dependência possível. Levantamentos revelam que os custos do atendimento aos idosos no sistema público de saúde são mais altos, em relação a outras faixas etárias, mas isso não significa que eles recebam maiores benefícios. Por essa e outras razões, está sendo posto em prática um ambicioso programa, com a intenção de preparar o país para 1999, escolhido pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o Ano Internacional do Idoso.

idoso no Brasil?

Figura. 1



FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

A MUDANÇA NOS PERFIS DE SAÚDE

O Brasil iniciou nos anos 40 um período de explosão demográfica, com a progressiva redução da mortalidade, aliada a taxas de fecundidade ainda muito altas, mas a situação mudou nos anos 60, com o aparecimento e difusão de diversos métodos anticoncepcionais. A partir daí houve progressiva diminuição de nascimentos e aumento relativo do número de adultos e idosos, alterando de modo significativo a pirâmide populacional e os perfis de saúde do país. Tais perfis mostram hoje a predominância das enfermidades crônicas não-transmissíveis, que apresentam uma série de fatores de risco, inter-relacionados de modo complexo, exigindo abordagens preventivas em diversos níveis.

As doenças infectocontagiosas, que em 1950 representavam 40% das mortes no país, hoje causam menos de 10%. Com as doenças cardiovasculares ocorreu o oposto: em 1950 eram a causa de apenas 12% das mortes e hoje respondem por mais de 40%. À medida que o país passa por essa rápida transição demográfica e nos perfis de saúde, torna-se cada vez mais importante quantificar os recursos que a sociedade tem que aplicar para atender às necessidades específicas dessa faixa etária.

Estudos recentes revelaram uma participação muito grande dos idosos na demanda por serviços de saúde. Uma análise dos dados de internação hospitalar pelo Sistema Único de Saúde (SUS), em 1995, constatou essa participação. Dos 12,71 milhões de autorizações de internação hospitalar, 2,14 milhões (16,8% do total) correspondiam à faixa etária de 60 anos ou mais, que representava menos de 8% da população brasileira. Portanto, o coeficiente de hospitalização (número de hospitalizados por mil habitantes de uma faixa etária) foi de 52,6 para a faixa de 0-14 anos, de 92,7 para a de 15-59 anos e de 197,2 para o grupo de 60 anos ou mais (figura 1).

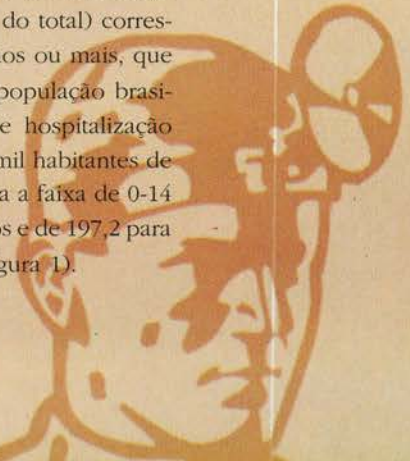
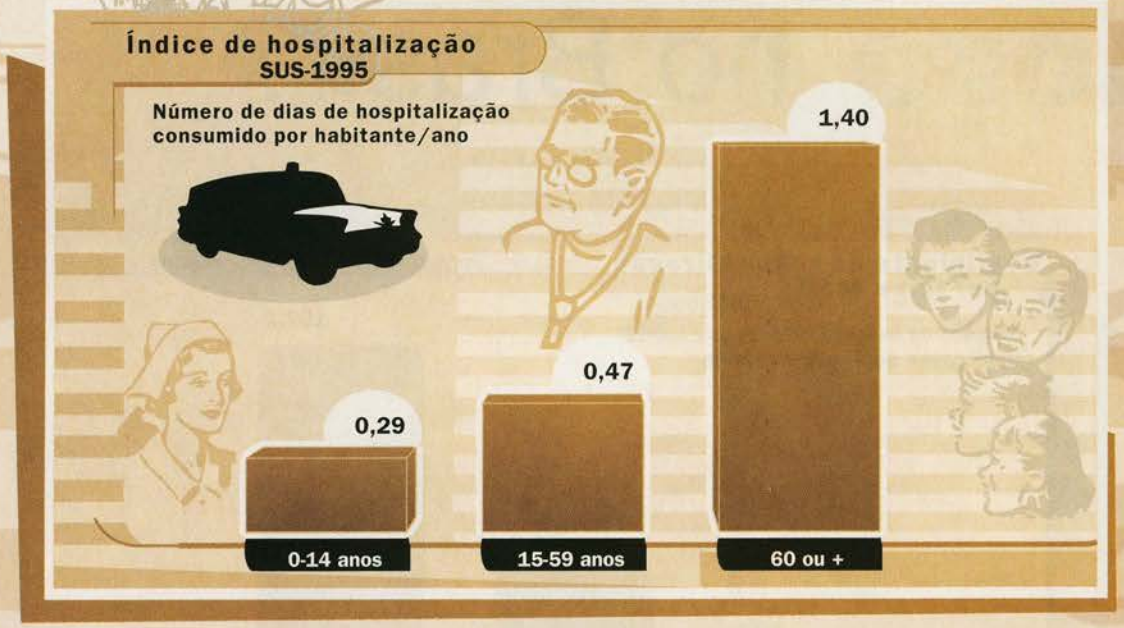


Figura. 2

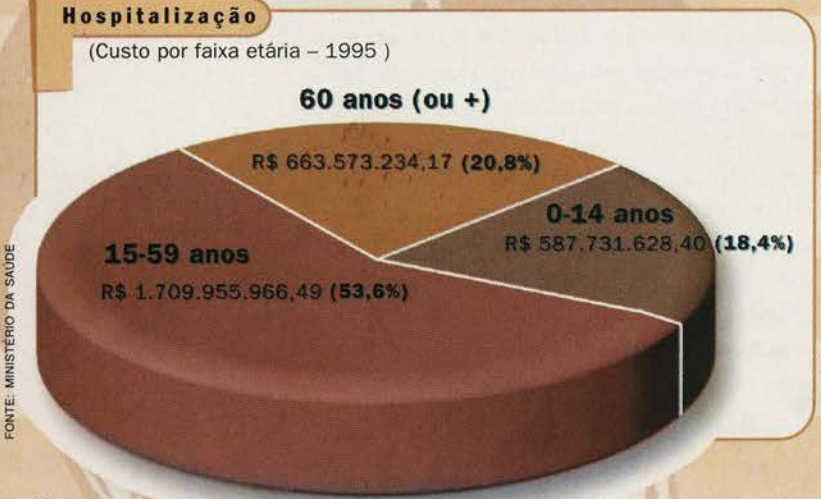


FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

O tempo médio de permanência no hospital foi de 5,5 dias para o grupo de 0-14 anos, de cinco dias para o de 15-59 anos e de 7,1 dias para o grupo mais idoso. Esse dado é menor que o observado em países mais desenvolvidos, mas quando observamos o índice de hospitalização (número de dias de hospitalização consumido por habitante/ano) notamos que, em média, considerando a população total, cada indivíduo da faixa de 0-14 anos esteve 0,29 dia no hospital, média que subiu para 0,47 dia na faixa de 15-59 anos e para 1,4 dia na de 60 anos ou mais. Isso significa maior número de novas hospitalizações de idosos no período de um ano (figura 2).

Do total de R$ 3,19 bilhões gastos pelo SUS naquele ano para pagar internações hospitalares, 20,8% foi consumido pelos idosos. O índice de custo (custo de hospitalização por habitante/ano) foi de R$ 11,52 para o segmento mais novo, de R$ 20,12 para o de 15-59 anos e R$ 61 para os mais idosos (figuras 3 e 4).

Figura. 3



FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

A INADEQUAÇÃO DO ATENDIMENTO

Esses números levam a diversas conclusões. Entre elas a de que é preciso discutir, em face do crescimento da população idosa, certos aspectos do sistema público de saúde. A baixa média de permanência hospitalar nessa faixa, por exemplo, não indica eficiência. Ela pode ser explicada pelo método de pagamento do governo ao hospital conveniado, que leva em conta apenas a enfermidade causadora da internação e independe do número de doenças que o paciente possa apresentar, do tempo de permanência e dos gastos com medicações e exames complementares. Isso talvez seja uma das explicações para as dificuldades que os idosos encontram, em muitas cidades brasileiras, para obter vagas hospitalares. Também pode explicar, em parte, a alta precoce que muitos idosos recebem, o que causaria freqüentes reinternações.

Outra questão a ser respondida é se o aumento nos gastos do setor saúde significa mais benefício para a população idosa. Diversas pesquisas têm demonstrado que, no Brasil, problemas de saúde básicos e facilmente identificáveis passam desapercebidos na rede de assistência ou, quando são diagnosticados, em geral não são

Figura. 4

FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

tratados de modo adequado. Acrescente-se a isso que o modelo de atendimento vigente piora o estado funcional do idoso, o que é fator determinante de reinternações hospitalares e de institucionalização permanente. 'Estado funcional' é a interação entre a capacidade inata do indivíduo para realizar suas atividades diárias (levantar-se, locomover-se, vestir-se, comer, banhar-se etc.) e o ambiente que apóia essa capacidade.

O geriatra inglês Bernard Isaacs tornou-se famoso em 1976, com uma conferência, em Birmingham (Inglaterra), intitulada 'Gigantes da geriatria', onde afirmou que o maior desafio dos profissionais de saúde que têm sob seus cuidados pacientes idosos seria a prevenção e o tratamento dos problemas típicos da terceira idade (os 'gigantes' do título) – a insuficiência cerebral (*delirium*, demência e depressão), a incontinência urinária e/ou fecal, a instabilidade postural (que pode levar a quedas) e a imobilidade. A não-identificação ou não-preocupação com essas grandes síndromes são muito comuns. Pesquisa que realizamos em Rio Grande (RS) mostrou:

■ **Incontinência urinária –** encontrada em 31,4% dos pacientes idosos, só foi registrada em 21,8% dos afetados. Além da falta do diagnóstico em mais de três quartos (78,2%) dos afetados, só 8% deles receberam algum tipo de cuidado (sonda urinária ou coletor) e em nenhum caso as causas do problema foram investigadas.

■ **Instabilidade postural e quedas –** relatadas por 18,8% dos pacientes, mas em nenhum caso houve diagnóstico.

■ **Imobilidade –** observada em 18,4% dos idosos, só foi diagnosticada em 31,4% dos afetados. Menos da metade dos diagnosticados teve tratamento apropriado.

■ **Demência –** detectada em 5% dos pacientes. Nenhum diagnosticado.

■ ***Delirium* –** detectado em 6,1% dos pacientes. Nenhum diagnosticado. O baixo índice detectado (em comparação com relatos na literatura internacional), pode ser explicado pela aplicação do prontuário ao paciente 48 horas após a entrada no hospital.

■ **Depressão –** encontrado, pelo critério de avaliação mais conhecido no país (DSM III-R), o índice de 10,1% de 'depressão maior', problema registrado em apenas um paciente, que não recebeu tratamento específico. O mais assustador é que todos os pacientes deprimidos usavam pelo menos um medicamento que precipita ou piora a depressão.

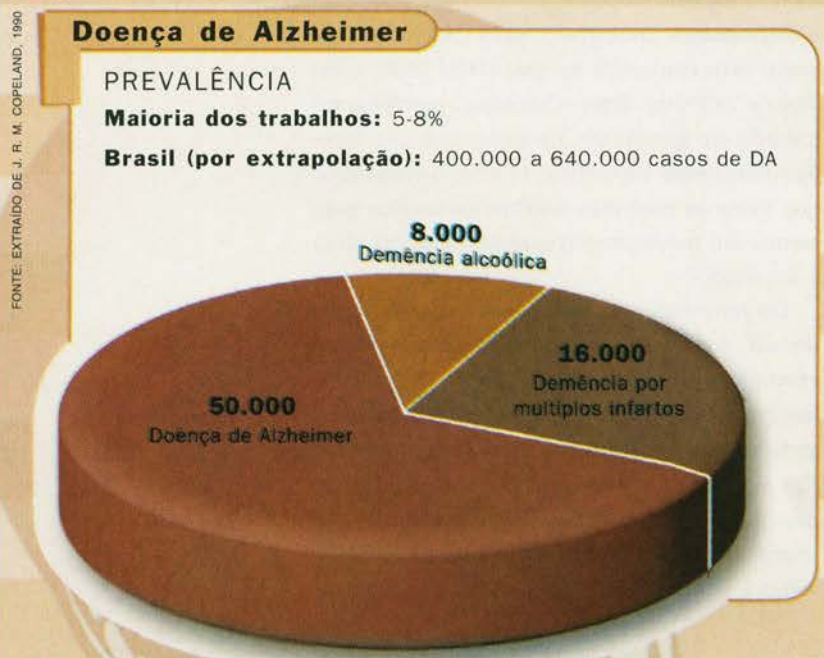
Diversos estudos realizados no país, na última década, confirmam esses achados. Em 1988, por exemplo, Ulisses Cunha avaliou 267 idosos internados em um hospital geral e um hospital geriátrico de Belo Horizonte (MG), encontrando 129 pacientes (48,3%) com incontinência urinária, mas só diagnosticada em 34 (26,4%). Em apenas cinco o problema foi registrado no prontuário e só 32 (24,8%) receberam algum tipo de

cuidado (em geral homens com coletor e mulheres com sonda). Não houve diferenças estatísticas significativas entre os dois hospitais.

O mesmo Ulisses Cunha, em 1990, em um hospital geral de Belo Horizonte, pesquisou a presença de depressão maior em idosos internados em enfermarias gerais. A avaliação, baseada no DSM III-R, envolveu 202 idosos (102 homens e 100 mulheres) e encontrou o problema em 8,9% (14 mulheres e 4 homens). A depressão só havia sido diagnosticada em três pacientes e apenas um recebia um antidepressivo. Dos outros 15, oito usavam medicamentos potencialmente causadores de depressão.

No ano passado, Renato Guimarães estudou a presença de depressão em pacientes idosos convalescentes de cirurgias em enfermarias de três hospitais gerais públicos do Distrito Federal que contam com serviços de psiquiatria em regime de consultoria. O estudo selecionou 84 pacientes com 60 anos ou mais (46 mulheres e 38 homens) em condição pós-operatória (excluindo os em pós-operatório imediato, os sem perspectiva de alta e os que não podiam responder às perguntas) e usou a Escala de Depressão Geriátrica. Podem ser destacados os seguintes resultados: 37% dos pacientes apresentaram depressão mínima ou moderada e 7% depressão grave. Não havia registro de depressão no prontuário desses pacientes, embora em um dos casos tenha sido pedida avaliação psiquiátrica.

Figura. 5



Outro exemplo está na avaliação realizada, em 12 de junho de 1996, nos idosos internados na Clínica Santa Genoveva, no Rio de Janeiro, quando foi fechada por falta de condições mínimas de funcionamento. A avaliação era necessária para uma transferência adequada. O resultado publicado dessa avaliação não relata nenhum caso de incontinência urinária, depressão, *delirium*, demência, instabilidade postural e imobilidade.

Além disso, diversas estatísticas apontam que, na maioria dos países, a doença de Alzheimer constitui a causa mais freqüente de demência (50-60%), seguida pela demência por multinfartos cerebrais (20-30%) e pelas potencialmente reversíveis. Extrapolando os estudos de J. M. Copeland, que comparou diversos trabalhos mundiais e constatou que a média apontava uma prevalência de 5-8% do primeiro tipo de demência na população idosa, teríamos no Brasil de 400 mil a 640 mil casos desse tipo de demência (figura 5).

No entanto, os atestados de óbito e as internações hospitalares pelo Sistema Único de Saúde surpreendem: em 1996 foram registrados apenas 391 óbitos por demência do tipo Alzheimer (13 em hospitais e 378 em residências), e das 114,6 mil autorizações pagas pelo SUS para tratamento por demência só 197 foram por esse tipo (figura 6). Assim, ou essa demência praticamente não existe no Brasil, ou as demências não são investigadas de modo adequado, ou os profissionais de saúde não as conhecem bem. De qualquer modo, todos os profissionais que cuidam de pacientes idosos percebem no dia-a-dia um número crescente de idosos com demência, e particularmente com o tipo Alzheimer.

Esses e outros estudos confirmam que o idoso, em relação às outras faixas etárias, consome muito mais do nosso sistema de saúde, embora o maior custo não reverta em seu benefício. O idoso brasileiro não recebe uma abordagem médica ou psicossocial adequada em nossos hospitais e não é submetido a uma triagem de reabilitação. Muitos problemas de saúde facilmente identificáveis e remediáveis não são observados pelo médico responsável.

A abordagem médica tradicional do adulto hospitalizado, focalizada em uma queixa principal, e o hábito médico de tentar explicar todas as queixas e sinais com apenas uma doença têm contribuído para as dificuldades no atendimento

Figura. 6

Hospitalizações por demência - SUS - 1996

Tipo de demência	Número AIHs	Total ($)	Média de permanência	Óbitos
Inespecífica	98.216	46.389.593,77	26,2 dias	304
Senil	6.831	3.241.740,42	24,9 dias	73
Alcóolica	4.103	1.808.231,52	23,9 dias	8
Arterioesclerótica	1.183	553.651,92	25,4 dias	15
Pré-senil	981	428.697,30	24,1 dias	1
Alzheimer	197	90.982,28	19,4 dias	13
Pick	16	6.783,18	22,9 dias	1
Creutzfeldt-Jakob	2	1.343,42	22,5 dias	1
Total	111.529	52.521.023,81	25,2 dias	416

FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

aos idosos. A existência de uma só doença é comum no adulto jovem, mas rara no idoso: em nosso estudo, nenhum paciente idoso apresentou apenas um problema de saúde: em 75% foram constatados pelo menos três problemas e 50% mostraram pelo menos sete problemas.

As alterações biológicas que acompanham o envelhecimento, a presença de múltiplas doenças, a incapacidade e o uso freqüente de medicamentos podem ocultar no idoso os sinais e sintomas de novos problemas de saúde, além de aumentar o risco de problemas causados pelos próprios tratamentos. Mesmo quando as novas doenças são diagnosticadas, é mais difícil medicá-las, em função dos problemas sociopsicológicos associados aos biológicos, o que exige, no diagnóstico e no tratamento, uma abordagem multidimensional. Poucos exemplos, no país, já caminham nessa direção (ver 'A vez dos esquecidos').

Uma das principais causas dessa inadequada avaliação socioeconômica do paciente idoso é a ausência de discussão adequada, nos cursos universitários brasileiros da área médica, sobre os determinantes socioeconômicos do processo de saúde e enfermidade.

TRANSFORMAÇÕES NA LEGISLAÇÃO

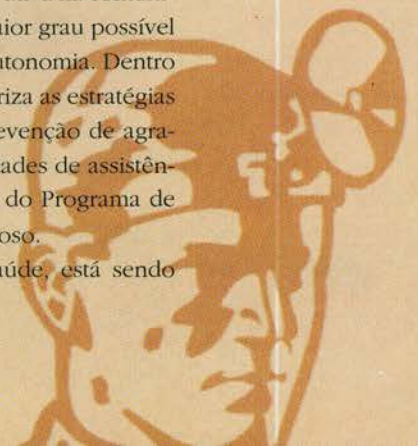
A questão do atendimento à saúde do idoso, antes não especificada na legislação, foi incluída na Lei 8.842, de 4 de janeiro de 1994, que cria a Política Nacional do Idoso, regulamentada em 3 de julho de 1996. Segundo a lei, compete aos órgãos e entidades públicos da área garantir assistência ao idoso, prevenindo, protegendo e recuperando sua saúde, além de regulamentar e fiscalizar as instituições geriátricas, definir os serviços geriátricos hospitalares e criar serviços alternativos de saúde para a terceira idade.

Também cabe ao poder público, pela Lei 8.842, incluir a geriatria como especialidade clínica nos concursos públicos federais, estaduais e municipais e ampliar a cooperação na área entre órgãos federais e secretarias de saúde estaduais e municipais e entre os centros de referência em geriatria e gerontologia. Na área de pesquisa científica, prevê-se apoio a estudos sobre o atendimento de saúde dos idosos, inclusive sobre a epidemiologia de certas doenças mais comuns em idosos, visando sua prevenção e tratamento.

O PAPEL DO MINISTÉRIO

Embora a questão do idoso envolva estudos e ações conjuntas de vários órgãos da área federal, a coordenação da política de assistência integral à saúde dos idosos é da competência do Ministério da Saúde. O objetivo fundamental dessa política é conseguir manter um estado de saúde que lhes permita um máximo de vida ativa na comunidade e junto à família, com o maior grau possível de independência funcional e autonomia. Dentro desse objetivo, o ministério prioriza as estratégias de promoção de saúde e de prevenção de agravos, sem descuidar das necessidades de assistência à saúde. Isso é feito através do Programa de Atenção Integral à Saúde do Idoso.

Na área de promoção da saúde, está sendo



A vez dos esquecidos

Nada de crianças ou bebês. Neste mês, a cidade de São Paulo verá uma campanha de vacinação diferente: a meta desta vez será imunizar idosos contra pneumonia, gripe e tétano. A Escola Paulista de Medicina (EPM) da Universidade Federal do Estado de São Paulo e o Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (USP) estão juntando esforços para que o primeiro dia municipal de vacinação do idoso seja um sucesso. Tanto empenho não é por acaso. Os dois locais são referências nacionais no atendimento a pessoas com mais de 65 anos e ambos desenvolvem há anos trabalhos de estudo e assistência para essa parcela esquecida da população.

A atuação da EPM nesse sentido começou em 1985, quando foi iniciado um projeto de estudo dos problemas dos idosos em bairros da cidade de São Paulo e implantado um ambulatório de medicina geral para atendimento especializado a essa faixa da população. Em 1991, surgiu o projeto Epidoso, visando estudar mais profundamente determinado grupo de idosos. O local selecionado foi a Vila Clementino. A partir desses projetos, a EPM criou o Centro de Estudo do Envelhecimento, reunindo atividades assistenciais, educacionais e de pesquisa. A parte assistencial divide-se em três pólos básicos (ambulatório, enfermaria e reabilitação) e atende 500 pacientes por mês, contando com médicos de diversas áreas, assistentes sociais, enfermeiros, fonaudiólogos, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos e terapeutas ocupacionais.

Segundo João Toniolo Neto, chefe do Centro de Estudos de Envelhecimento, a EPM faz pesquisas sobre doenças crônico-degenerativas, como diabetes, hipertensão, artrose, osteoporose, arteriosclerose, e também sobre outros problemas da terceira idade, como alterações nos níveis de colesterol, doença de Alzheimer e distúrbios auditivos e nutricionais.

ASSISTÊNCIA DOMICILIAR

A Faculdade de Medicina da USP também atua com os idosos nas áreas assistencial, de ensino e de pesquisa. O Hospital das Clínicas mantém, nos últimos 20 anos, um serviço voltado para o conhecimento e a prevenção das doenças que atingem os idosos. O atendimento acontece dentro do hospital ou mesmo em casa.

Segundo o médico Wilson Jacob Filho, professor do Departamento de Clínica Médica, o ambulatório do Hospital das Clínicas atende 300 pacientes por semana. O Programa de Visita Domiciliar ao Idoso (Providi) é integrado à Faculdade de Enfermagem da USP e existe há quatro anos. Em abril de 1996, surgiu também o Núcleo de Assistência Domiciliar ao Idoso (Nadi), um programa interdisciplinar.

reativado o projeto 'Viva Bem a Idade que Você Tem', em parceria e com a coordenação da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, que tem como objetivo difundir informações sobre idosos para eles, suas famílias, cuidadores e a sociedade em geral. O projeto prevê a distribuição de folhetos com instruções sobre atividade física, nutrição, hábitos saudáveis, riscos da automedicação e de quedas, participação social, sexualidade e direitos constitucionais, e ainda a difusão dessas informações (em emissoras de rádio e televisão educativas) e o treinamento de agentes comunitários.

Na área da prevenção de agravos à saúde, são muitas as iniciativas. Uma delas é a elaboração de um protocolo técnico que evite a grande diversidade de condutas adotadas no atendimento a pessoas com 60 anos ou mais. Em geral, essas pessoas são assistidas por vários especialistas, o que gera grande desperdício de recursos e enfoques inadequados. A elaboração do protocolo será coordenada pelo Comitê Técnico-Científico do Programa de Atenção Integral à Saúde do Idoso.

Outra estratégia está na vacinação de idosos. A importância da vacinação infantil já é consolidada no país, mas ainda é um desafio implantar programas de vacinação para outras faixas etárias, especialmente os idosos. O risco de adquirir doenças é maior na população com 60 anos ou mais, e nessa faixa etária é mais difícil utilizar os recursos de imunização. A idéia é ampliar o uso das vacinas que a Organização Mundial da Saúde recomenda para a população idosa: antitetânica, antipneumocóccica e antigripal.

Para melhorar a assistência à saúde, começam a ser adotadas várias medidas. Na assistência ambulatorial, pretende-se dar às unidades básicas do sistema (postos de saúde) acesso a uma retaguarda de referência e contra-referência, implantando a consulta médica geriátrica. Na assistência domiciliar, serão oferecidas, através do Programa de Saúde da Família, visitas domiciliares por agentes comunitários de saúde e profis-

Existem outros projetos ou grupos de assistência aos idosos na USP. Voltado para doenças psiquiátricas, o Projeto Terceira Idade (Proter) é desenvolvido pelo Departamento de Psiquiatria e conta ainda com médicos geriatras. O Grupo de Assistência Multidisciplinar ao Idoso Ambulatorial (Gamia) promove, há 14 anos, o envelhecimento saudável. Também a Faculdade de Educação Fisíca oferece, em sua área, atividades para a terceira idade.

FALTA DE ESTRUTURA

Toniolo considera o sistema de saúde brasileiro sem estrutura para atender ao número crescente de idosos no país. "Aumenta-se a expectativa de vida em quantidade, mas não em qualidade", diz, ressaltando que o país precisa se organizar para realizar principalmente a prevenção das doenças. Já Jacob acredita que a estrutura do sistema de saúde brasileiro não é tão desesperadora: "Estamos correndo atrás do tempo perdido e tudo indica que estamos no caminho certo."

Outra referência nacional no atendimento ao idoso está na Bahia. O Centro Geriátrico Júlia Magalhães, ligado às Obras Sociais Irmã Dulce e inaugurado em 1986, em Salvador, é responsável por esse trabalho. O objetivo inicial era albergar idosos carentes, muitos já residentes na Unidade Médico-Social das Obras. Seguindo os ideais de sua fundadora, Irmã Dulce, a instituição custeou a formação em geriatria de quatro médicos na PUC-RS, dando início às atividades acadêmicas dessa especialidade médica na Bahia e formando a primeira equipe multidisciplinar.

Hoje, a instituição conta com 168 profissionais, 49 de nível superior e 119 técnicos. Ocupa 2.500 m^2 e mantém três núcleos de atendimento: clínica geriátrica (unidade de atendimento ambulatorial), morada de idosos (independentes ou semi-dependentes) e hospital geriátrico (com unidade de atendimento de casos agudos, de reabilitação de vítimas de acidentes vasculares cerebrais e de atendimento de indivíduos de alta dependência).

A criação de casas-lares em terreno localizado fora do ambiente hospitalar é o novo projeto do Centro. Segundo sua coordenadora técnica, a geriatra Marília Sampaio Correia, o objetivo é oferecer ao idoso independente moradia em sistema de condomínio, onde sua liberdade e privacidade sejam preservadas.

Eliza Muto
Especial para *Ciência Hoje*/SP
Roberto de Carvalho
Ciência Hoje/MG

sionais de nível superior com atribuições específicas na área. As atribuições básicas do agente comunitário de saúde, em relação ao idoso, já foram estabelecidas. Outra idéia é a de uma 'cesta básica de medicamentos', que garanta remédios de uso contínuo em doenças comuns na terceira idade (diabetes, hipertensão, Parkinson e outras), junto com um manual básico de uso.

Quanto à assistência hospitalar, já estão prontas as normas para implantar o sistema de 'hospital-dia', destinado a idosos que precisem de avaliação e atendimento por equipe multiprofissional e interdisciplinar, em um ou dois turnos. Também foram elaboradas as normas para a permanência hospitalar curta e longa – na longa, cada situação está sendo especificada, exigindo-se sempre reabilitação, antes e durante a hospitalização.

A formação e o aperfeiçoamento de recursos humanos também estão previstos. Estão sendo identificados pólos potenciais para treinamento, em articulação com o Ministério da Educação e do Desporto e instituições de ensino superior. O apoio a estudos e pesquisas será garantido através do Programa de Atenção Integral à Saúde do Idoso. O objetivo principal desse apoio será desenvolver um sistema de informações sobre a população idosa, que sirva de subsídio ao planejamento, à execução e à avaliação das ações nessa área. Com essas medidas, a intenção do Ministério da Saúde é caracterizar este ano como preparatório para 1999, escolhido pela ONU como o Ano Internacional do Idoso.

Sugestões para leitura

CHAIMOVICZ, F. *Os idosos brasileiros no século 21*, Postgraduate Brasil, Belo Horizonte, 1998.
GARCEZ LEME, L. E. *O envelhecimento*, Contexto, São Paulo, 1997.
VERAS, R. P. *País jovem com cabelos brancos: a saúde do idoso no Brasil*, Relume-Dumará/ Uerj, Rio de Janeiro, 1994.
RODRIGUES, R.A.P. & DIOGO, M.J.D. (orgs.). *Como cuidar dos idosos*, Papirus, Campinas, 1996.

UNIVERSIDADE ABERTA

Perspectiva para a terceira

Um lugar em que, para ser aceito, a única exigência é ter a partir de 60 anos. E um pouco de paciência para conquistar, a cada semestre, uma entre as duas mil vagas, disputadas por 10 mil candidatos, para os variados cursos, gratuitos, que, na verdade, são formas de integração social do idoso. Lá sempre é tempo para se aprender qualquer coisa. Há turmas de literatura e línguas, de música, filosofia, história e ciência política. Outros cursos são voltados para o corpo (antiginástica, dança de salão) ou investem na capacidade mental, como o de xadrez. Trata-se da Universidade Aberta da Terceira Idade (Unati), funcionando há mais de quatro anos dentro da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj).

COMO CONTA O CRIADOR E DIRETOR da instituição, o psiquiatra Renato Veras, professor adjunto do Instituto de Medicina Social da Uerj, o embrião da Unati foi a experiência de um antigo mestre: "no fim dos anos 80, o professor Piquet Carneiro, com sua capacidade de antevisão, começou a formar, no Hospital Universitário Pedro Ernesto, no Rio, um grupo pioneiro de profissionais interessados nas questões da terceira idade, cujo trabalho resultou na organização de um núcleo multidisciplinar de atendimento aos idosos. Desde o primeiro momento, nossa idéia era criar um centro de referência numa universidade pública que pudesse propor, de modo abrangente, soluções para as necessidades específicas da terceira idade".

Pouco tempo depois de idealizar o projeto, Piquet Carneiro morreu. Mas logo depois, em 1993, Veras criava, dentro da Uerj, um programa especial que logo se tornou um núcleo institucional, já considerado, pelo reitor, como atividade-modelo da universidade. Hoje, a Unati ocupa uma área de 800 m^2 do campus universitário, dispondo ainda do apoio, em sistema ambulatorial, da Policlínica Piquet Carneiro, no mesmo bairro, Maracanã.

Veras resume a atuação multidiciplinar da instituição: "A Unati é um projeto apoiado num tripé. Sua primeira base é o ensino, oferecendo 110 atividades para mais de 2 mil idosos e também cursos de formação, atualização e especialização para profissionais da área de geriatria e gerontologia. A segunda é a pesquisa: teses, contato com outras universidades e centros de pesquisa. Estamos montando ainda um centro de documentação sobre o idoso. Além disso, publicamos livros – resultados das pesquisas –, editados em parceria com a Relume-Dumará."

A terceira base do tripé é a assistência de saúde – através de psiquiatras, gerontólogos, geriatras, psicólogos, nutricionistas, fisioterapeutas, enfermeiros – e jurídica, para apoiar o idoso em qualquer tipo de causa, como requisição de pensão, por exemplo. "Com essas três vertentes – ensino, pesquisa e produção científi-

idade

ca –, além da assistência sanitária e jurídica, eu diria que a Unati é única", diz o médico.

Para Veras, o aluno rejuvenesce na Unati e ganha qualidade de vida. "Esses programas trazem idosos para o campus universitário, onde entram em contato com milhares de jovens, diminuindo a discrepância de valores entre diferentes gerações. A busca da integração entre gerações pode contribuir para reverter o processo social de desvalorização do idoso na nossa cultura."

OUTROS PROJETOS

Existem no Brasil cerca de 80 cursos para a terceira idade. Eles começaram no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, expandindo-se mais tarde para outras regiões do país. No mundo, essa tendência começou na França, na década de 1960, e a primeira escola do gênero funcionou em Toulouse. Foi naquela década que a Europa começou a perceber – e a levar a sério – o envelhecimento de sua população. Hoje é enorme, principalmente na Espanha e França, o movimento em torno de uma gerontologia – ciência que trata do idoso, englobando a geriatria, a parte exclusivamente médica – de qualidade.

Renato Veras destaca que as propostas para os idosos no Brasil estão principalmente no setor privado. "Mas 98% dessas iniciativas são pagas", lamenta. O diretor da Unati elogia, no entanto, algumas exceções, como o projeto da Universidade Federal de Pernambuco.

Mesmo vindas do setor privado, outras iniciativas se destacaram nacionalmente. Desativada em 1997, a Universidade para a Terceira Idade da PUC-MG funcionou entre de 1992 a 1996 e, durante esse período, alcançou seus objetivos: sociabilizar ou ressociabilizar os idosos matriculados, buscando oferecer-lhes um novo projeto de vida e um envelhecimento saudável. O serviço, que custava R$ 120 por mês, foi desativado "por razões institucionais", segundo sua coordenadora, a antropóloga Maria Clara Baeta Gallupo.

Os alunos, em sua maioria, eram mulheres casadas com mais de 65 anos. De acordo com Gallupo, muitos declaravam, sem cerimônia, que tentavam fugir da solidão, buscavam amizades e queriam envelhecer sem dramas. As aulas versavam sobre temas diversos, com base em interpretação de textos. Havia também contato com diversos profissionais, como psicólogos, demógrafos e assistentes sociais, para a discussão de problemas relacionados a cada uma dessas áreas.

PERDAS SEM DANO

Ao final das atividades de cada turma, os alunos lançavam uma coletânea de textos intitulada *No meu tempo era assim*, preparada durante a Oficina da Memória, relatando experiências marcantes do passado. Maria Augusta Christo, de 70 anos, disse que nessa universidade ela pôde "ordenar o que estava desordenado" e encontrou na elaboração de textos um jeito de viver bem. Em março, ela lançará seu livro de poesia *Vivendo as perdas sem dano*. Já Zélia França Otoni, de 76 anos, registrou num depoimento para a Oficina da Memória um ponto de vista que, segundo ela, só pôde ser percebido graças à reflexão que o curso da PUC lhe propiciou: "Viver a velhice é viver e, se está vivo, não importa que seja velho ou novo: o que importa é viver."

Iniciativa da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais, com coordenação do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da universidade, o Projeto Maioridade acolhe, desde 1993, turmas de maiores de 55 anos. O objetivo é despertar a capacidade dessas pessoas de estabelecer núcleos de convivência. Multidisciplinar, o projeto conta com 46 professores de 12 departamentos da universidade para atender 66 idosos, em sua maioria (62) mulheres. Marcella Tirado, coordenadora do projeto, diz que o programa permite ao idoso conhecer os aspectos biopsicossociais do processo de envelhecimento, levando-o a experimentar uma vida melhor. O curso promove dois encontros semanais, que incluem palestras, aulas teóricas e oficinas. Há três módulos para atender interesses distintos: saúde, artes e lazer, cultura, sociabilidade e vida em movimento.

Eliane Levy de Souza
Especial para
Ciência Hoje/RJ,
Roberto de Carvalho
Ciência Hoje/MG

TELÔMEROS Relógios d

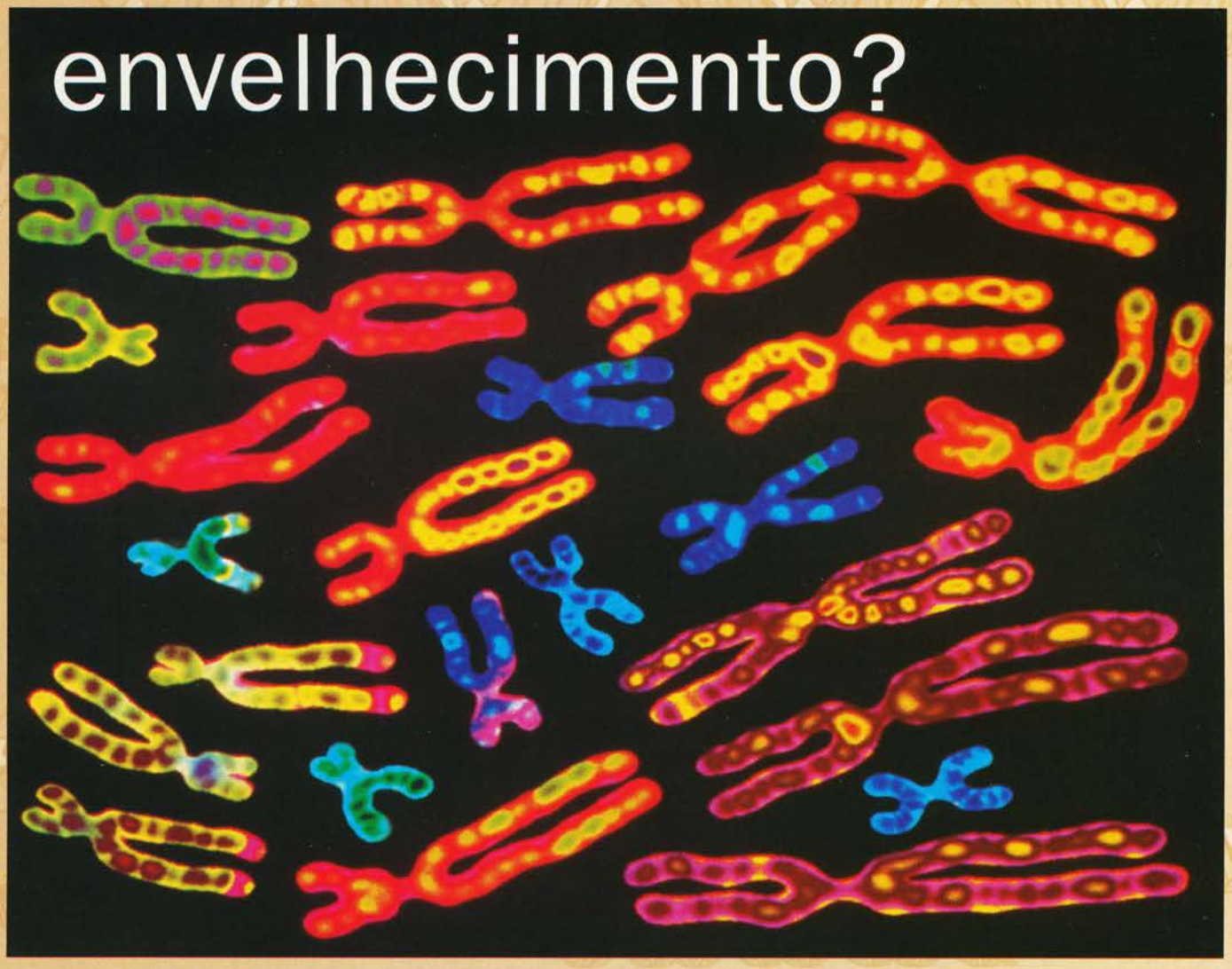
Por que as células envelhecem e morrem? Essa pergunta começou a ser respondida nas últimas décadas, quando os cientistas descobriram como os genes controlam o número máximo de divisões que uma célula é capaz de realizar. Eles também aprenderam a interferir nesse mecanismo, o que abre possibilidades futuras, como evitar ou reduzir os efeitos do envelhecimento e criar novas terapias contra o câncer, provocado pelo descontrole da divisão celular. A 'chave' parece estar nos telômeros, estruturas que funcionam como capas protetoras dos cromossomos.

Marília de Arruda Cardoso Smith
Bianca Borsatto
Departamento de Morfologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo

A PERDA PROGRESSIVA de funções sensoriais e motoras, a degeneração dos tecidos, o implacável colapso do organismo – os efeitos do envelhecimento – intrigam a humanidade desde tempos imemoriais. Compreender as causas desse declínio e encontrar formas de evitá-lo são, há muito, preocupações de cientistas e leigos, mas até recentemente as 'chaves' desse 'relógio biológico' permaneciam ocultas. Os mecanismos do envelhecimento celular só começaram a ser decifrados nas últimas décadas e as novas descobertas abrem perspectivas surpreendentes para a longevidade e a saúde humanas.

Em termos simples, pode-se dizer que os pesquisadores demonstraram como o DNA controla o número máximo de divisões que uma célula é capaz de realizar e aprenderam a interferir nesse processo. Isso significa que é possível, por enquanto em nível experimental, ampliar essa capacidade das células, mantendo-as de certa forma sempre 'jovens', o que sugere o futuro desenvolvimento de terapias que evitem ou adiem os efeitos conhecidos do envelhecimento. Como o câncer está associado a alterações

o envelhecimento?



CROMOSSOMOS HUMANOS/FOTO KEYSTONE

no controle da divisão celular, as pesquisas nessa área apontam também para novos e promissores tratamentos contra tumores.

A DESCOBERTA DA 'SENESCÊNCIA' CELULAR

Nos anos 60, o biólogo norte-americano Leonard Hayflick e colaboradores demonstraram que as células humanas normais em cultura apresentam um número finito e predeterminado de divisões celulares. Ao atingirem esse limite, tais células exibem um estado de degeneração e declínio da cultura, seguido pela morte do tecido. Essa perda progressiva da capacidade de replicação da célula foi denominada 'senescência replicativa'.

Esses pesquisadores mostraram ainda, de modo bastante engenhoso, que o controle da divisão celular localiza-se no núcleo da célula e que o potencial de replicação celular de células de indivíduos idosos é menor que o de células de indivíduos jovens. Também observaram que existe marcante correlação entre o envelhecimento replicativo observado em laboratório e a duração da vida de diversos organismos.

O 'PROBLEMA DA REPLICAÇÃO DAS EXTREMIDADES'

Um dos descobridores do modelo da dupla hélice do ácido desoxirribonucléico (DNA), James Watson (em 1972), e outro bioquímico, A. M. Olovnikov (em 1971), apontaram de modo independente o chamado 'problema da replicação das extremidades do DNA'. Esse problema é a incapacidade da enzima DNA polimerase de atuar na replicação das extremidades de uma das cadeias (ou 'fitas') de DNA que formam a dupla hélice.

Alguns mecanismos podem explicar o 'problema da replicação'. O mais simples e plausível baseia-se nas características bioquímicas do DNA e de sua polimerase. Como as fitas do DNA são antiparalelas, a síntese de uma delas (durante a replicação) ocorre de maneira contínua, enquanto a síntese da outra é descontínua e exige a presença de seqüências curtas, que atuam como iniciadores (*primers*). Ao final da replicação, os iniciadores são removidos, resultando em encurtamento da extremidade da fita de DNA de replicação descontínua.

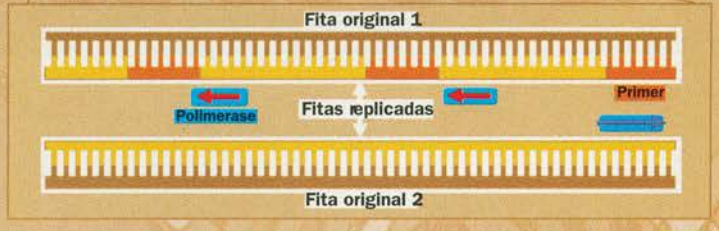
TELÔMEROS: 'CAPAS PROTETORAS' DOS CROMOSSOMOS

Os cromossomos dos eucariotos (organismos cujas células têm núcleo diferenciado), são constituídos por apenas uma molécula de DNA. As extremidades dos cromossomos, formadas por seqüências repetitivas de DNA associadas a proteínas, são denominadas telômeros. Os telômeros são compostos por grupos de seis nucleotídeos que se repetem e que são extremamente conservados ao longo da evolução. Nos telômeros humanos, a seqüência das bases nos grupos de repetição é TTAGGG.

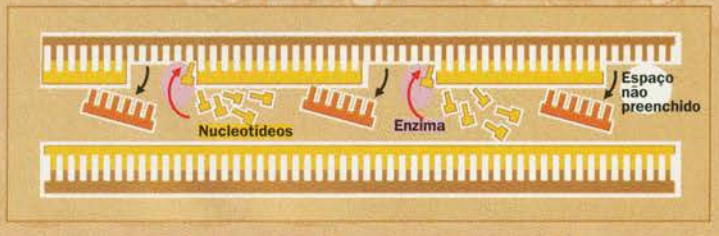
O problema da replicação (esquema simplificado)

a) Quando as duas fitas de DNA se separam, a enzima DNA-polimerase promove a 'montagem' de cópias, usando cada uma delas como 'modelo'. Mas essa enzima só atua de modo contínuo em uma das fitas (seta azul). Na outra, a síntese ocorre de forma descontínua (seta vermelha)

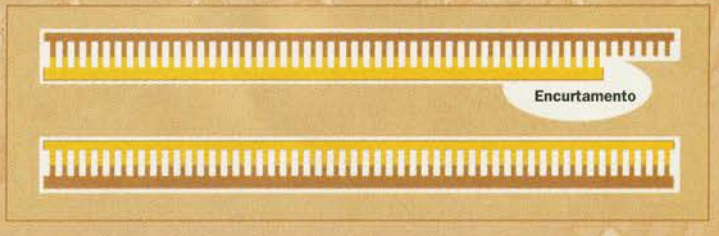
b) Na fita em que a replicação é descontínua, a atuação da polimerase depende da presença de seqüências curtas de RNA chamadas *primers* (iniciadores). Com isso, são sintetizados fragmentos da nova fita, até a 'montagem' completa

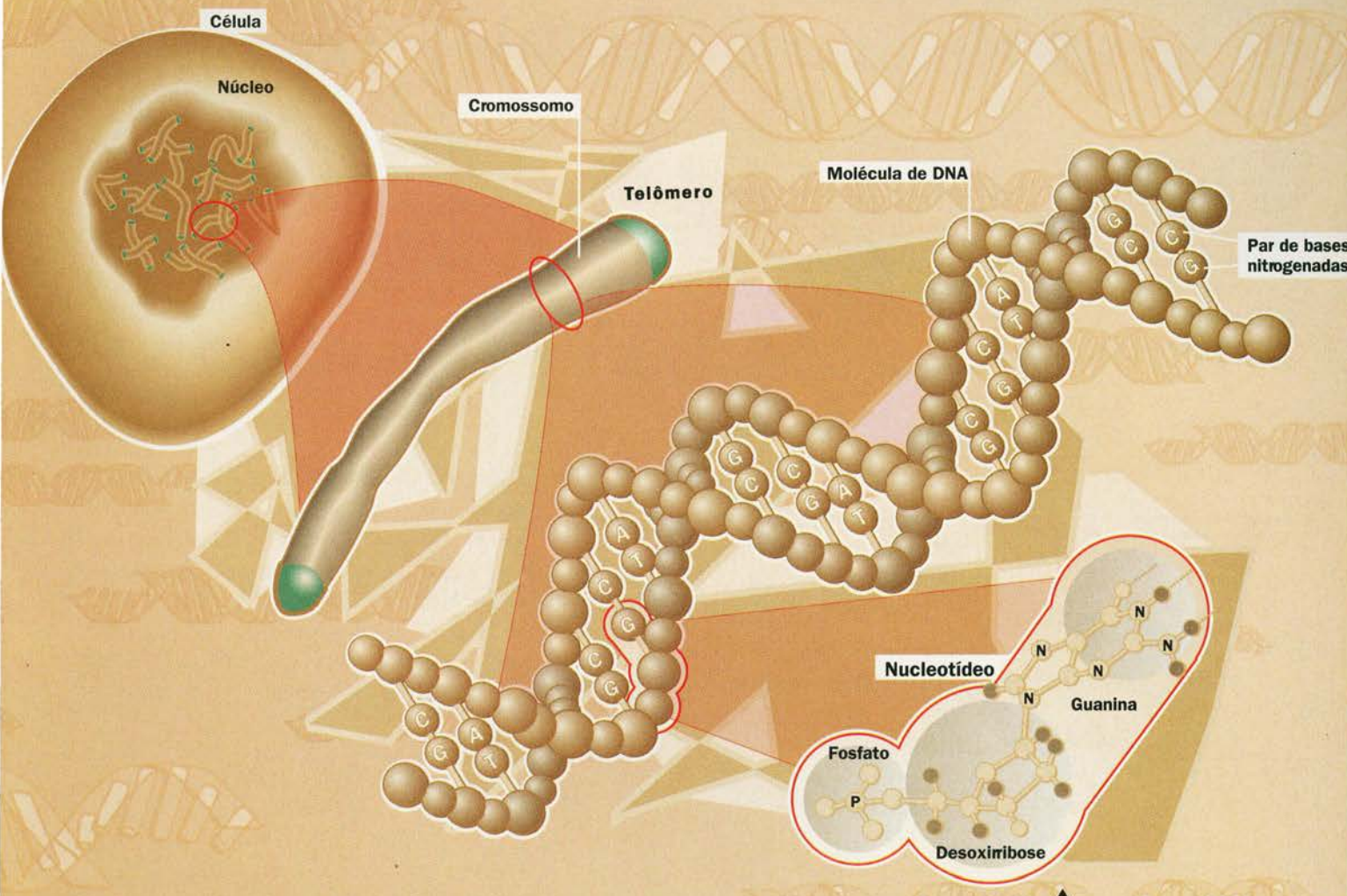


c) Outras enzimas removem os *primers*, após cumprirem sua missão, e preenchem os espaços vazios entre os fragmentos



d) No entanto, o *primer* situado na extremidade da fita replicada de modo descontínuo é removido mas o espaço não é preenchido, deixando uma falha (encurtamento)





▲ **O que é o DNA?**
O DNA, presente nos cromossomos, é formado por nucleotídeos, que têm em sua estrutura um grupo fosfato, um açúcar (desoxirribose) e uma base nitrogenada. As bases – adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C) – formam pares (AT e GC), ligando as duas fitas do DNA

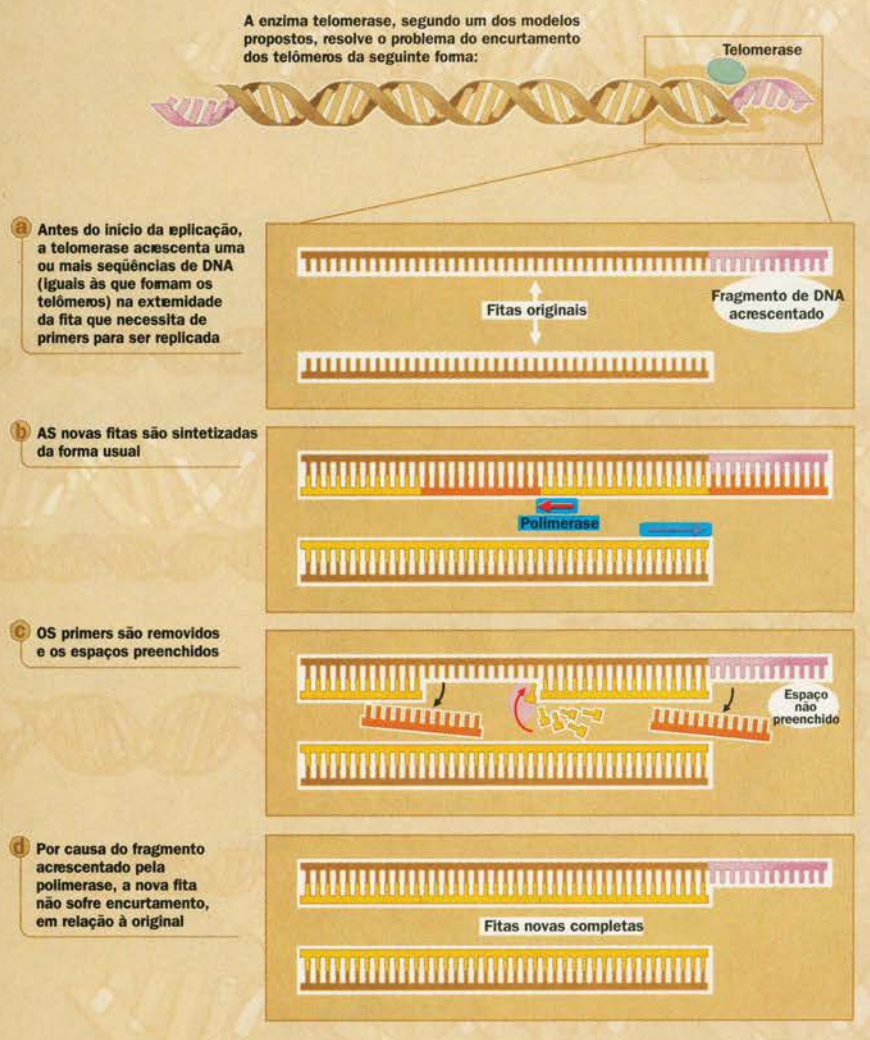
Ainda nos anos 40, pesquisas em moscas-de-fruta e em milho evidenciaram que os telômeros estão envolvidos na estrutura e função dos cromossomos. Observou-se que, em condições normais, aberrações envolvendo telômeros são muito raras e que cromossomos sem telômeros são altamente instáveis, levando a translocações, fusões e outras aberrações cromossômicas. Culturas de células senescentes *in vitro* – cerca de 50 passagens (divisões celulares) – apresentaram, nas passagens finais de subcultivo, um aumento de aberrações cromossômicas, especialmente fusões nos telômeros, que indicaram o início do declínio da cultura.

Acredita-se, assim, que os telômeros sejam estruturas essenciais para a estabilidade cromossômica: eles exercem o papel de 'capa protetora' das moléculas do DNA, impedindo eventos de recombinação e fusão entre cromossomos. Pesquisas em culturas de células de indivíduos idosos mostraram também um aumento de aberrações cromossômicas associado ao envelhecimento *in vivo*.

'RELÓGIOS' DO ENVELHECIMENTO?

A análise molecular do DNA das extremidades dos cromossomos revelou que as seqüências teloméricas eram mais curtas nas células somáticas do que nas células germinativas. Considerando-se que os telômeros devem perder seqüências de DNA a cada ciclo celular, como descrito anteriormente, foi proposto em 1986 que a telomerase, enzima então descoberta em protozoários ciliados, deveria estar ausente em células humanas somáticas normais. Sugeriu-se então que a 'capa' telomérica protetora poderia limitar e sinalizar a capacidade celular replicativa.

A telomerase foi identificada pela primeira vez em humanos em 1989, em culturas de células tumorais denominadas *HeLa*. Essa enzima sintetiza seqüências repetitivas do DNA telomérico e pode adicionar cerca de 60 repetições em um oligonucleotídeo *in vitro*. Foi ainda observada atividade da telomerase em níveis baixos em células primordiais da medula óssea.



▲

A AÇÃO DA TELOMERASE

Segundo o modelo proposto por Calvin B. Harley em 1991, o encurtamento do telômero a cada divisão celular atuaria como uma contagem e um sinal do número de divisões celulares e, indiretamente, da duração da vida.

A ausência da telomerase foi observada na maior parte dos tecidos somáticos estudados e, embora essa enzima não tenha sido identificada em células germinativas, supõe-se que esteja presente em alguns estágios da gametogênese. Mutantes de levedura com o sistema de manutenção dos telômeros danificado exibiram senescência e morte celular, permitindo estabelecer a correlação entre perda telomérica e senescência celular.

No início deste ano, Andrea Bodnar e outros biólogos celulares transferiram o gene que expressa a telomerase para células humanas (fibroblastos e células da retina e do revestimento interno de vasos sangüíneos) incapazes de produzir a enzima. Nas células-controle sem telomerase, houve encurtamento dos telômeros e senescência replicativa, enquanto as células que produziram a enzima superaram o limite replicativo de senescência em cerca de 20 divisões celulares e permitiram estabelecer uma relação causal entre encurtamento de telômeros e senescência replicativa.

OS TELÔMEROS E A REPLICAÇÃO CELULAR

Estudos exaustivos atuais confirmaram uma correlação entre o potencial replicativo de diferentes células humanas *in vivo* e *in vitro* e a extensão de seus telômeros.

Pesquisa feita em 1993 por Homayon Vaziri e colaboradores em células do sangue de indivíduos de zero a 107 anos revelou diminuição do comprimento do telômero, diretamente relacionada ao aumento da idade (coeficiente de correlação de r = 0,83). Análises em 123 pares de gêmeos de dois a 95 anos estimaram a perda média de seqüências teloméricas em 31 pares de bases por ano.

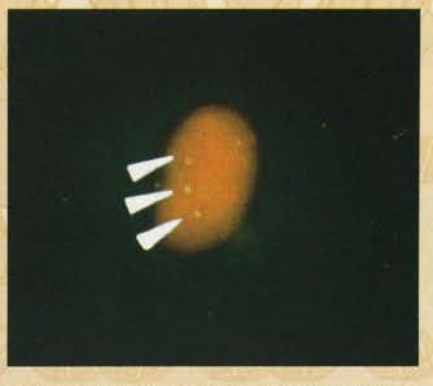
Telômeros mais curtos foram observados em um caso de síndrome progeróide genética de Werner, também chamada progéria do adulto, doença hereditária que causa envelhecimento prematuro. O gene responsável por essa síndrome, identificado e clonado recentemente com a colaboração de pesquisadores da Disciplina de Genética da Escola Paulista de Medicina (EPM/Unifesp), foi caracterizado como o primeiro gene do envelhecimento a ser descoberto. No envelhecimento prematuro de pessoas com síndrome de Down também foi verificada perda progressiva e mais acelerada de telômeros. Por outro lado, o estudo de apenas um indivíduo com doença de Alzheimer revelou telômeros de comprimento maior que o normal.

Estudos sobre extensão dos telômeros em células de tecido cerebral de indivíduos normais de 32 a 75 anos não evidenciaram redução significativa com a idade. Foi sugerido então que o encurtamento dos telômeros dependeria fortemente da divisão celular e do 'problema da replicação da extremidade do DNA'. Esse encurtamento estaria, portanto, restrito a tecidos que se proliferam.

Por outro lado, investigamos, na Disciplina de Genética da Escola Paulista de Medicina, a incidência de lesões em bandas distais dos cromossomos – as quais contêm telômeros – em

CEDIDAS PELAS AUTORAS

Célula de portador da síndrome de Down (53 anos) em metáfase (fase da replicação celular) com marcação fluorescente nas regiões teloméricas e subteloméricas dos braços longos dos cromossomos 21. A trissomia (três cópias, e não duas, como nos indivíduos normais) desse cromossomo caracteriza a síndrome de Down



Núcleo de célula de portador da síndrome de Down (53 anos). Os três sinais fluorescentes marcam as regiões teloméricas e subteloméricas dos braços longos dos cromossomos 21

indivíduos jovens (controles); idosos normais (69 a 77 anos); pessoas com doença de Alzheimer, uma forma de demência senil (69 a 77 anos); e outros com síndrome de Down (15 a 54 anos), que apresentam envelhecimento prematuro.

Imaginava-se que os idosos normais e os indivíduos idosos com Alzheimer ou Down apresentassem maior número de lesões em bandas contendo telômeros. No entanto, não observamos maior incidência de lesões cromossômicas nessas regiões, nos grupos de idade mais avançada, em relação aos grupos jovens. Esses resultados confirmaram achados anteriores em nonagenários.

A aparente contradição entre os resultados citogenéticos de estudos de senescência *in vivo*, *in vitro* e moleculares sugere que a correlação entre encurtamento dos telômeros e senescência não seja simples e direta no nível citogenético, que pode ainda haver seleção contra as células fortemente danificadas ou que essas células não tenham atingido o limite da capacidade replicativa.

TELÔMEROS, ENVELHECIMENTO E CÂNCER

Acredita-se que o encurtamento dos telômeros prossiga até um momento de 'crise', sinalizando para a célula o momento em que ela tem que 'decidir' se irá se imortalizar e se transformar em célula tumoral ou se vai cessar sua proliferação e morrer.

O comprimento telomérico e a presença da telomerase foram investigados em células imortalizadas e tumorais. A telomerase foi identificada na maioria dos tumores humanos (de pulmão, cólon, mama, próstata etc.) e na maior parte das leucemias e linfomas. Por isso, foi sugerido o uso dessa enzima como marcador para diversos subtipos de câncer. O impedimento da redução dos telômeros parece ser um fator essencial para a gênese dos tumores, talvez mais freqüente que as mutações nos genes Rb e p53, causas confirmadas de tumores.

As descobertas sobre a senescência celular e o papel da telomerase têm valiosas implicações para as pesquisas do envelhecimento e do câncer e para o desenvolvimento de terapias. A possibilidade de usar a telomerase para 'rejuvenescer' células, por exemplo, inaugura novas áreas e métodos para pesquisas básicas e aplicadas. De imediato, podem ser investigados a base molecular da gênese de tumores e o papel dos telômeros na supressão destes, e podem ser buscados inibidores da telomerase que impeçam a formação ou o crescimento tumoral. Já que existem algumas contradições no modelo dos telômeros, é preciso pesquisar a existência de outros mecanismos de regulação do comprimento dessas 'capas protetoras' do DNA.

De qualquer modo, as evidências experimentais que apóiam o modelo do 'relógio dos telômeros' e associam essas seqüências de DNA ao controle da senescência replicativa e à gênese de tumores são bastante consistentes. Com isso, abrem-se novas perspectivas para pesquisas que permitam compreender melhor as causas do envelhecimento e do câncer, e para futuros tratamentos tanto das doenças associadas ao envelhecimento quanto dos tumores.

Sugestões para leitura

BLACKBURN, E.H. & GREIDER, C.W.E. (eds.) *Telomeres*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 1995.

BODNAR, A.G.; OUELLETTE, M.; HOLT, M.F.S.E.; CHIU, C.P.; MORIN, G.B.; SHAY, J.W.; LICHTSTEINER, S. & WRIGHT, W.E. 'Extension of life span by introduction of telomerase into normal human cells', in *Science*, vol. 279, p. 349, 1998.

HARLEY, C.B. 'Telomere loss: mitotic clock or genetic time bomb?', in *Mutat. Res.*, vol. 256, p. 271, 1991.

KIPLING, D. *The telomere*. Oxford University Press, Oxford, 1995.

KORMANN-BORTOLOTTO, M.H.; BORSATTO, B. & SMITH, M. de A.C. 'Telomere shortening, ageing and chromosome damage', in *Mech. Ageing Dev.*, vol. 89, p. 45, 1996.

Dolly
Erro ou embuste?

Fermin Roland Schramm
Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Instituto Oswaldo Cruz

Como era de se esperar, depois do fascínio e do espanto, das esperanças taumatúrgicas e dos medos, chegou o momento de questionar a fidedignidade científica da clonagem. Embora tardiamente, é bom que isso aconteça, pois as verdades científicas e os fatos que as corroboram e as tornam 'objetivas' dependem da crítica, sem a qual estaríamos na presença de meros fatos de crenças, com seu tempo de vida dependente do tempo destas: muda a crença, mudam também os fatos que a corroboram. Com os fatos científicos, as coisas não ocorrem da mesma forma, embora tampouco sejam puros fatos, mas sim fatos interpretados e, portanto, inscritos num quadro epistêmico que contém não só paradigmas científicos, mas também elementos metafísicos, morais e religiosos. Mas mesmo não se tratando de fatos 'puros', os fatos da ciência têm métodos e procedimentos aceitos pela(s) comunidade(s) científica(s) para testar sua fidedignidade. Assim, a crítica exerce sua função de duvidar, exigir provas, delimitar até onde uma afirmação científica deve ser considerada segura e onde começam as especulações de outra ordem. É o que está acontecendo com a experiência de Ian Wilmut e equipe, que publicaram os dados sobre o clone Dolly em 1997.

As suspeitas e os questionamentos sobre a clonagem vieram (infelizmente atrasadas!) da revista *Science* de 30 de janeiro, que publicou o dossiê "Dolly Confirmation" com artigos de V. Sgaramella, N.D. Zinder, K.H.S. Campbell e do próprio 'pai' de Dolly, I. Wilmut (*Science*, vol. 279, nº 5.351). A imprensa relatou o fato deixando no ar a suspeita de erro ou fraude por parte de Wilmut. Sgaramella e Zinder contestam a novidade da experiência porque, segundo eles: 1) Wilmut não teria usado, na criação de Dolly, uma célula diferenciada adulta, mas sim uma célula fetal de uma ovelha grávida, o que não representaria um avanço científico mas uma experiência tradicional; 2) que a mãe/irmã de Dolly já estava morta há tempo, ao contrário do que deixavam entender as fotos que as apresentavam juntas; 3) Wilmut teria escondido tais fatos; 4) a experiência de Dolly nunca foi repetida, como é praxe em ciência; 5) Wilmut não teria feito a confirmação genética de Dolly através do simples teste do *fingerprint*, que permitiria verificar se Dolly era ou não a irmã gêmea da ovelha doadora (do núcleo).

À primeira acusação, Wilmut respondeu que existe a 'possibilidade remota' de isso ter acontecido, mas que é pouco provável. Efetivamente, em ciência nada é 100% certo e o erro é sempre possível. Mas parece pouco provável ter havido erro porque foram feitas 277 experiências para criar Dolly, o que afasta muito a probabilidade de Wilmut e equipe terem utilizado acidentalmente uma célula fetal. À segunda acusação, Wilmut não respondeu, o que não implica necessariamente a presunção da fraude; mas, se Wilmut for um cientista rigoroso deveria ter material genético de referência do experimento para poder comprovar pelo menos (por *fingerprint*) que Dolly é irmã da ovelha doadora de núcleo. À terceira, Wilmut aparentemente não respondeu e não podemos portanto tirar nenhuma conclusão. Entretanto – ponto a favor da acusação –, pode-se dizer que toda a questão está no mínimo confusa e que a redação de uma revista 'séria', como a *Nature*, deveria tomar precauções para evitar as suspeitas da concorrente *Science*, exigindo de Wilmut uma série de garantias de fidedignidade da experiência. Não o fez e é possível que a vontade do *scoop* ('furo') tenha sido mais forte (mas estas são meras especulações). A quarta e a quinta 'acusações' estão em princípio corretas, pois Wilmut não repetiu a experiência nem fez o teste de confirmação genética, e não conhecemos os motivos.

Por outro lado, quais poderiam ser as dúvidas sobre as acusações e a quem caberia o ônus da prova? Por um lado, o ônus cabe a Wilmut, o autor da suposta revolução científica e, por outro, é preciso verificar os indícios de erro/fraude com os fatos. Mas, então, houve erro ou fraude? O erro, como já vimos, parece pouco provável, embora não impossível. Fica portanto aberta a possibilidade da fraude, fato não incomum em ciência, visto que os cientistas são humanos. Além disso, eles operam em um contexto de alta competitividade para obter fundos para pesquisas e, sobretudo, suas pesquisas devem ter uma aplicação prática e dar, o mais cedo possível, lucros. Assim sendo, é possível que Wilmut, para obter sua verba e/ou para conseguir a clonagem antes de outros colegas, não tenha seguido a praxe habitual. Mas é possível também que quem o acusa, que trabalha no mesmo âmbito e está também competindo por fundos e reconhecimento, esteja movido por motivos outros que não os da objetividade científica. Em suma, estamos no campo da pura especulação, no qual tudo é possível sem informações suplementares. Aguardemos!

Saiba mais sobre clones

Bernardo Beiguelman
Laboratório de Epidemiologia Genética,
Departamento de Parasitologia, Universidade de São Paulo

O debate internacional sobre clonagem provocado pela ovelha Dolly trouxe, para grande parte da população, mais dúvidas que respostas. As especulações sobre uma possível produção em série de seres humanos geneticamente idênticos confundiram ainda mais o quadro. Afinal, por que tanta polêmica? O que é, na verdade, um clone? Por que razão Dolly foi criada? A clonagem é antinatural? Já se pode clonar humanos? Quais os reais perigos da aplicação de técnicas de clonagem? Este artigo pretende responder a essas perguntas e aclarar outros aspectos da questão enfocados nos últimos tempos pelos meios de comunicação de todo o mundo.

O anúncio da criação da ovelha Dolly – incorretamente denominada clone – provocou nos meios de comunicação de todo o mundo, no início do ano passado, uma sucessão de artigos, reportagens, entrevistas e pesquisas de opinião a respeito da clonagem humana, apresentada como uma ameaça à humanidade. Recentemente, com a notícia de que um dublê de físico e médico, desconhecido entre a maioria dos geneticistas, estaria disposto a criar um ser humano usando a mesma técnica que gerou a famosa Dolly, os meios de comunicação retomaram à toda a discussão sobre clonagem. Infelizmente, ao invés de esclarecer, os noticiários sobre o tema confundem cada vez mais a maioria das pessoas, inclusive muitos governantes, tornando necessário divulgar alguns esclarecimentos, em linguagem acessível a todos os segmentos da população.

O que significa a palavra clone?

Clone é uma palavra usada há muito tempo em biologia para designar indivíduos que se originam de outros por reprodução assexuada. A ovelha Dolly seguiu caminho diferente: resultou da união de um ovócito de uma ovelha de pêlo escuro, do qual foi retirado o núcleo, com uma célula da teta de uma ovelha branca. Desse modo, Dolly herdou da ovelha branca o material genético nuclear, e recebeu da ovelha escura material genético citoplasmático, isto é, o DNA contido em organelas denominadas 'mitocôndrias'. Como a geração de Dolly não partiu apenas da multiplicação de uma célula somática (não-sexual), mas necessitou da contribuição de uma célula sexual feminina, não é apropriado chamar esse animal de clone.

A clonagem é um fenômeno raro?

A clonagem, isto é, a produção de clones, é o meio mais freqüente e natural de reprodução dos vegetais inferiores, mas até vegetais superiores podem multiplicar-se naturalmente desse modo. É o caso da grama dos jardins ou do morangueiro, cujos nós dos ramos laterais rentes à terra formam raízes, gerando plantas independentes. Ao fazerem mudas de plantas, os agricultores e jardineiros estão produzindo clones. A clonagem é, às vezes, o único meio de fazer a multiplicação de uma planta. É o que acontece com a bananeira e, geralmente, com a parreira e a cana-de-açúcar.

Assim, quando uma dona de casa obtém mudas de roseiras a partir de estacas cortadas dos ramos, plantadas ou enxertadas, ela está praticando clonagem (o termo clone, aliás, tem sua origem na palavra grega *klon*, que significa 'estaca'). Quando ela reproduz begônias a partir de folhas dessa planta, também está fazendo clonagem e ninguém, em sã consciência, pode considerar essa prática imoral, apesar de ela tornar o ato da procriação independente da sexualidade.

Os clones são idênticos?

Os indivíduos resultantes de clonagem têm, geralmente, o mesmo 'genótipo', isto é, o mesmo patrimônio genético. Dizemos 'geralmente' porque, durante a reprodução assexuada, pode ocorrer alguma alteração do material genético (mutação), gerando um ser com patrimônio genético diferente do existente no original. Na ausência de mutação, portanto, os clones são geneticamente idênticos.

É importante ressaltar, porém, que identidade genética não significa identidade na aparência física ou psicológica, porque todo ser vivo é o resultado da interação do genótipo com o ambiente. Infelizmente, há uma tendência generalizada para enfatizar apenas a importância do genótipo, como se todos os seres, inclusive os humanos, nada mais fossem que seu patrimônio genético. Pode-se até imaginar que essa ênfase seja dada para levar os socialmente desfavorecidos a acreditar que ninguém é culpado pelo destino que tem, já que este seria determinado pelo genótipo.

Os clones naturais são apenas vegetais ou podem ser animais?

A clonagem natural também ocorre em animais, inclusive na espécie humana. Em todas as populações humanas nascem, diariamente, os gêmeos 'univitelinos', na proporção de cerca de quatro por mil nascimentos. Também são chamados gêmeos 'monozigóticos', por se originarem de apenas um zigoto (ovo), resultante da fertilização de um ovócito por apenas um espermatozóide. É igualmente freqüente chamá-los de gêmeos 'idênticos', pois possuem o mesmo material genético. Essa identidade genética é responsável por serem tais gêmeos sempre pares do mesmo sexo, ou seja, ambos do sexo masculino (MM) ou ambos do sexo feminino (FF).

Esses clones humanos naturais são diferentes dos gêmeos 'bivitelinos', porque estes se originam de dois ovócitos, cada um deles fertilizado por um espermatozóide diferente, gerando dois zigotos (daí serem também chamados gêmeos 'dizigóticos'). Por isso, podem constituir pares tanto do mesmo sexo (MM ou FF) quanto de sexos diferentes (MF). Por não apresentar, em média, maior semelhança genética entre si do que pares de irmãos comuns, gerados sucessivamente, os gêmeos bivitelinos também são conhecidos como gêmeos 'fraternos'.

Como surgem os clones naturais humanos?

A fertilização de um ovócito humano por um espermatozóide para a produção do zigoto ocorre no 'oviduto', também chamado de 'trompa de Fallopio' ou, simplesmente, 'trompa'. Logo depois da fertilização, o zigoto começa a se subdividir sucessivamente, sem aumentar seu volume, em pequenas células chamadas 'blastômeros'. À medida que aumenta o número de divisões, o zigoto é empurrado em direção ao útero pelas contrações da trompa e pelos movimentos dos cílios que forram suas paredes.

Os blastômeros começam, a partir daí, a se diferenciar na forma e função, dando início ao desenvolvimento do embrião, que se alojará – por um processo denominado nidação – na mucosa do útero. Entretanto, até 15 dias após a fertilização, a diferenciação dos blastôme-

ros e de outras células deles derivadas não é irreversível. Uma separação dos blastômeros ou uma divisão do embrião, desde que aconteça entre 60 horas e 15 dias após a fertilização, possibilita a formação de gêmeos monozigóticos. Isso ocorre mais comumente entre o terceiro e o oitavo dias depois da concepção.

As características do fenômeno deixam claro, também, que é possível ocorrer mais de uma subdivisão pós-zigótica, originando mais do que dois indivíduos. Quando isso acontece nascem os raros trigêmeos ou, mais incomuns ainda, quadrigêmeos ou quíntuplos monozigóticos. Nos casos de trigêmeos, quadrigêmeos e outros partos múltiplos, no entanto, é mais provável que não sejam monozigóticos e sim trizigóticos, tetrazigóticos e assim por diante, como resultado de poliovulação.

O que causa a formação de clones naturais humanos?

O nascimento de gêmeos univitelinos pode ser causado por atraso da ovulação e da fertilização, por retardamento da condução do zigoto segmentado pela trompa e/ou pela demora na nidação do embrião na mucosa uterina. Isso explica por que, a partir dos anos 60, houve aumento da taxa de nascimento desse tipo de gêmeos em todas as populações nas quais grande parte das mulheres em idade reprodutiva usa anticoncepcionais orais, que inibem a ovulação. É que, em certas mulheres, o efeito desses anovulatórios sobre a motilidade da trompa e de seus cílios, bem como sobre a mucosa uterina, pode persistir algum tempo depois de suspenso o uso.

Nas fêmeas de tatus, esse retardamento da implantação dos embriões ocorre de modo natural. Por isso, sempre são gerados de quatro a seis gêmeos univitelinos, todos machos ou todos fêmeas. Tatus não geram prole com diversidade sexual, como foi bem registrado em uma antiga quadrinha popular gaúcha: "O tatu mais a mulita/é a lei da sua criação/sendo macho não pode ter irmã/quando fêmea não pode ter irmão."

A clonagem humana pode ser provocada artificialmente?

A 13 de outubro de 1993, na reunião da Sociedade Americana para a Pesquisa da Fertilidade, realizada em Montreal (Canadá), os pesquisadores norte-americanos Jerry Hall e Robert Stillman anunciaram que, durante um trabalho de fertilização assistida, haviam separado os blastômeros de um zigoto segmentado que, fatalmente, iria degenerar, pois era triplóide, isto é, tinha três conjuntos cromossômicos em vez dos dois encontrados normalmente. A partir de cada um dos blastômeros, mostraram que era possível obter um embrião. Portanto, se o zigoto segmentado tivesse sido normal, os vários embriões resultantes teriam a possibilidade de ser implantados no útero de uma mulher, podendo originar gêmeos univitelinos.

Qual a intenção do experimento de Hall e Stillman?

Quando é obtido apenas um embrião por fertilização assistida, este tem, *a priori*, pouca probabilidade de se desenvolver. Por isso, nesse tipo de fertilização os médicos provocam a superovulação, para conseguir vários embriões para implantação. Às vezes todos se desenvolvem, gerando gêmeos, trigêmeos e até maior número de recém-nascidos (recentemente, uma norte-americana submetida a esse 'tratamento' deu à luz sete bebês). A finalidade do experimento de Hall e Stillman era ajudar casais que buscam auxílio da fertilização assistida, mas dos quais se obtém apenas um ovócito fertilizado. Apesar da boa intenção dos pesquisadores, o experimento levantou protestos tão poderosos que levaram à sua suspensão, impedindo o desenvolvimento de uma técnica importante para a fertilização assistida de mulheres com apenas um ovócito fertilizado.

Foi no final de 1993, portanto, que a expressão 'clonagem humana' começou a ser divulgada com maior intensidade. O mais curioso é que a maioria dos meios de comunicação considera perfeitamente normal a fertilização assistida, que, com freqüência, origina apenas gêmeos fraternos, e não dá

importância às técnicas para 'redução' (leia-se aborto seletivo) de embriões supernumerários. Também não há preocupação com o nascimento, com freqüência variável, mesmo em casos de fertilização após superovulação, de gêmeos univitelinos, decorrente de causas variadas, entre as quais a manipulação dos zigotos segmentados.

O processo de Hall e Stillman poderia ser aplicado ao gado?

Na realidade, Hall e Stillman tentaram aplicar à espécie humana o que já vinha sendo feito há muito tempo em animais. Por sinal, não foi divulgado, como merecido, que a segmentação de embriões para clonagem de gado bovino já é praticada no Brasil, com sucesso, há pelo menos 10 anos.

Qual a razão, então, do sucesso da Dolly nos meios científicos?

Evidentemente, o processo pelo qual Dolly foi gerada é muito mais difícil que a segmentação de embriões. Por isso é importante enfatizar para o público leigo que a criação da Dolly, coordenada por Ian Wilmut, do Instituto Roslin, na Escócia, teve outro objetivo: o de garantir a reprodução de animais 'transgênicos', isto é, animais que têm um ou mais genes de outra espécie incluídos em seu patrimônio genético.

É um grande feito, por exemplo, transferir para uma ovelha ou uma vaca o gene humano responsável pela produção da globulina anti-hemofílica (que falta no sangue da maioria dos hemofílicos) ou da insulina (tão necessária a diabéticos), e conseguir que essas substâncias sejam secretadas no leite, de onde podem ser extraídas. Mas ainda mais formidável é obter a reprodução do animal transgênico, o que não é garantido através da reprodução sexuada. Foi isso, de certo modo, o que a produção da Dolly conseguiu. Dizemos 'de certo modo' porque sua reprodução só teve sucesso uma vez, em cerca de 300 tentativas idênticas. Com o tempo, porém, espera-se conseguir maior quantidade de animais transgênicos reproduzidos como a Dolly, o que poderá reduzir o custo de produção de muitos produtos farmacêuticos.

Há outro motivo para o sucesso da Dolly nos meios científicos?

Uma parte importantíssima do sucesso da Dolly nos meios científicos deve-se ao fato de o experimento ter aberto um caminho para o conhecimento da diferenciação celular. Na cultura de células somáticas oriundas da teta da ovelha branca conseguiu-se, de início, que todo o material genético (DNA) dos núcleos ficasse aparentemente inativado. Quando uma dessas células foi implantada no citoplasma do ovócito da ovelha de pêlo escuro, conseguiu-se não só que os genes nucleares da célula da teta da ovelha branca voltassem a atuar, mas também que o núcleo dessa célula voltasse a funcionar como o de uma célula não-diferenciada, no início do desenvolvimento embrionário, isto é, como os blastômeros.

Em outras palavras, a célula da teta da ovelha, que tem a maior parte de seu DNA nuclear reprimido, tendo ativos apenas os genes da glândula mamária (e não os demais, que podem estar ativos em células de outros tecidos), sofreu um processo de 'desdiferenciação', dirigido pelo citoplasma do ovócito da ovelha de pêlo escuro. Essa façanha abre enorme perspectiva para estudos de regeneração de tecidos – como o muscular e o nervoso – nos quais não há multiplicação celular após o nascimento.

E os debates provocados nos meios de comunicação?

O desconhecimento dos fatos aqui citados tem criado notícias sensacionalistas e muitas críticas a meu ver equivocadas, do ponto de vista ético. Tais críticas impediram, por exemplo, a continuidade do trabalho de Jerry Hall e Robert Stillman, que poderia levar à formação *in vitro* de gêmeos univitelinos. Já que as mesmas pessoas que criticaram o trabalho desses pesquisadores não se opõem à fertilização assistida, na qual se provoca superovulação e, freqüentemente, partos múltiplos, costumo provocá-las dizendo que são preconceituosas em relação aos gêmeos monozigóticos.

Qual o problema em relação a esse tipo de gêmeos? Eles têm apenas identidade genética, mas não identidade psicológica ou identidade física, embora às vezes

sejam muito semelhantes. Quanto ao processo que gerou a ovelha Dolly, pode-se dizer que a mesma técnica pode não ter êxito, pelo menos a curto prazo, se tentada em humanos, no mínimo por causa da cronologia da diferenciação celular nos primeiros estágios do desenvolvimento embrionário. Além disso, se na espécie humana forem necessários, como ocorreu com a Dolly, cerca de 300 ovócitos para se obter apenas um indivíduo, seria preciso encontrar muitas mulheres dispostas a se submeter a estímulos que desencadeiam a poliovulação (para se tornarem doadoras de ovócitos) e um número maior de outras dispostas a ser 'mães de aluguel'.

É claro que, no futuro, quando a técnica estiver bem padronizada em animais, com maior taxa de sucesso, será possível aplicá-la também à espécie humana. Entretanto, esse tipo de reprodução, hoje de êxito tão difícil, tem riscos importantes, pois a célula somática cujo núcleo for usado para a reprodução pode conter uma mutação indesejável. Por isso, mesmo quando a técnica utilizada para a criação da ovelha Dolly estiver pronta para uso na espécie humana, ela só deverá ser aplicada em casos especiais, em que a fertilização normal ou assistida não for possível.

A identidade genética dos indivíduos pertencentes ao clone não provocaria uma homogeneidade indesejável nas populações humanas?

Se a clonagem humana fosse realizada em larga escala, como a provocada por agricultores, jardineiros e alguns criadores de animais, é óbvio que a homogeneidade resultante poderia ser prejudicial. Todos os indivíduos pertencentes ao clone, por exemplo, poderiam apresentar suscetibilidade a certos microrganismos causadores de doenças. A introdução de um deles no ambiente poderia dizimar a população homogênea, a menos que houvesse entre os componentes do clone um ou outro com mutações que lhes dessem resistência ao micróbio.

Na espécie humana, porém, o risco de homogeneidade resultante de clonagem não existe, porque a maioria dos seres humanos normais prefere o clássico e agradável método de reprodução, seguido pela humanidade desde tempos imemoriais, que requer a união de um homem e uma mulher. Casos excepcionais de reprodução por clonagem, naturais ou artificiais, não afetariam a estrutura genética das populações humanas de modo a ter alguma significação apreciável.

A clonagem pode ser usada para produzir grande número de indivíduos que, sendo geneticamente idênticos, seriam mais facilmente manipuláveis por regimes ditatoriais?

A manipulação de seres humanos não exige identidade genética. Na Alemanha nazista, os experimentos realizados em homens, mulheres e crianças, nos numerosos campos de concentração e de extermínio, que terminavam em morte, foram sempre conduzidos por médicos que passavam, obrigatoriamente, por um curso de genética humana e antropologia no Kaiser Wilhelm Institut, de Berlim. Esses médicos atuaram no assassinato cruel de seis milhões de judeus e de, no mínimo, 30 mil ciganos e 75 mil doentes mentais 'arianos', além de um número desconhecido de homossexuais, comunistas e opositores do nazismo, classificados como associais. Esses numerosos médicos, evidentemente, não constituíam clones, nem sequer eram parentes, apesar de agirem do mesmo modo desumano. Em outras palavras, deve-se temer muito mais o ambiente homogêneo dos regimes autoritários do que a homogeneidade genética esporádica em seres humanos.

Sugestões para leitura

MÜLLER-HILL, B. *Ciência assassina*, Rio de Janeiro, Editora Xenon, 1993.

SOMMER, S.E. *De la cigüeña a la probeta*, Buenos Aires, Editorial Planeta, 1994.

WILMUT, I. et all. 'Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells', *in Nature*, vol. 385 (6619), pp. 810-813, 1997.

Areias do litoral f

Em muitos trechos do litoral brasileiro há planícies arenosas – as terras de restinga – formadas pelo dinamismo das águas oceânicas e suas flutuações de nível em épocas passadas. Tais áreas, palco de interesses às vezes contraditórios (a ocupação *versus* a preservação), atraem a atenção de estudiosos de vários campos da ciência. Conhecer melhor essas terras depende de muitas pesquisas, entre elas as que tratam da distribuição, constituição e dinâmica dos solos, essenciais tanto para programas de proteção quanto para o planejamento de uso. Estudos desse tipo, em três áreas de restinga do norte do estado do Rio de Janeiro, permitiram observar alguns fenômenos que ocorrem nos solos dessas paisagens e avaliar como são afetados por atividades humanas.

luminense

João Bosco V. Gomes
Centro Nacional de Pesquisa de Solos,
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Mauro Resende,
Sérvulo Batista de Rezende,
Eduardo de Sá Mendonça
Departamento de Solos,
Universidade Federal de Viçosa

Figura 2. Litoral norte fluminense (imagem de satélite), com o espelho d'água da lagoa Feia (A), os cordões arenosos paralelos, com cristas e cavas (B), e a lagoa do Robalo (C)

A formação e a caracterização dos solos de restinga brasileiros foi pouco investigada, por causa do baixo potencial agrícola dessas áreas e por estarem restritas às áreas litorâneas. No entanto, a grande ocupação humana do litoral, potencializada pela indústria do turismo nas últimas décadas, intensificou o uso desses solos e tornou importante o estudo de suas características e dos efeitos das atividades humanas, mesmo aquelas não-agrícolas.

O aumento da ocupação trouxe a preocupação de preservar e até recuperar as restingas, por serem áreas onde a fauna e flora têm comportamento diferenciado, quando não são distintas em relação às de outros ambientes. Tal preocupação levou à criação de áreas de preservação e à promulgação de leis que protegem essas áreas, como a Resolução nº 4 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), de 31 de março de 1993, específica sobre as restingas. Em muitas áreas litorâneas as terras de restinga ainda são usadas para a agricultura ou outras atividades, seja porque esse uso já é antigo (às vezes desde o início da colonização local), seja pelo desrespeito às atuais leis de proteção ambiental.

As pesquisas em pedologia – ciência que estuda os solos – podem ser úteis em programas de preservação das áreas de restinga, associadas a estudos da flora e da fauna, e são um instrumento essencial para a reformulação dos sistemas agrícolas existentes, de modo a que respeitem a fragilidade das terras locais. Este trabalho procura contribuir para esses dois objetivos, investigando, em três áreas de restinga – lagoa do Robalo, Canto do Santo Antônio e Campos Novos – do litoral norte do estado do Rio de Janeiro (figura 1), os fenômenos que controlam a dinâmica dos perfis de solos e o efeito das atividades antrópicas sobre eles, aspectos pouco conhecidos mesmo pela comunidade da ciência do solo.

Mudanças internas nos solos

Muitas pessoas vêem as terras de restingas apenas como áreas à beira-mar, com lagoas e lagunas, muita areia e uma vegetação esquisita, mas isso está longe da verdade. Tais terras não são uniformes. Do mar para o interior, há zonas distintas: as áreas mais próximas do mar apresentam areia descoberta ou vegetação rasteira; em seguida, surgem áreas onduladas com cristas e cavas (figura 2); e um pouco mais distantes da linha da costa estão áreas planas, estabilizadas.

Essencialmente areno-quartzosos (com grãos de quartzo do tamanho de grãos de areia), os solos de restinga refletem a intensa remoção de pigmentos que as águas de drenagem realizam em volta dos grãos. Os pigmentos são compostos orgânicos, produzidos pela vegetação local, ligados a metais como alumínio e ferro, presentes em quantidades variadas nesses solos. Tais pigmentos podem acumular-se no solo, a certa profundidade, formando uma camada mais escura. Podem ser consumidos pela atividade de microorganismos, ou permanecer solúveis e atingir o lençol freático, e às vezes penetram no solo além de 2 m de profundidade – limite normal de amostragem das pesquisas pedológicas, realizadas em trincheiras cavadas nas áreas de estudo.

Figura 1. Localização das três áreas de restinga ao longo do litoral norte fluminense

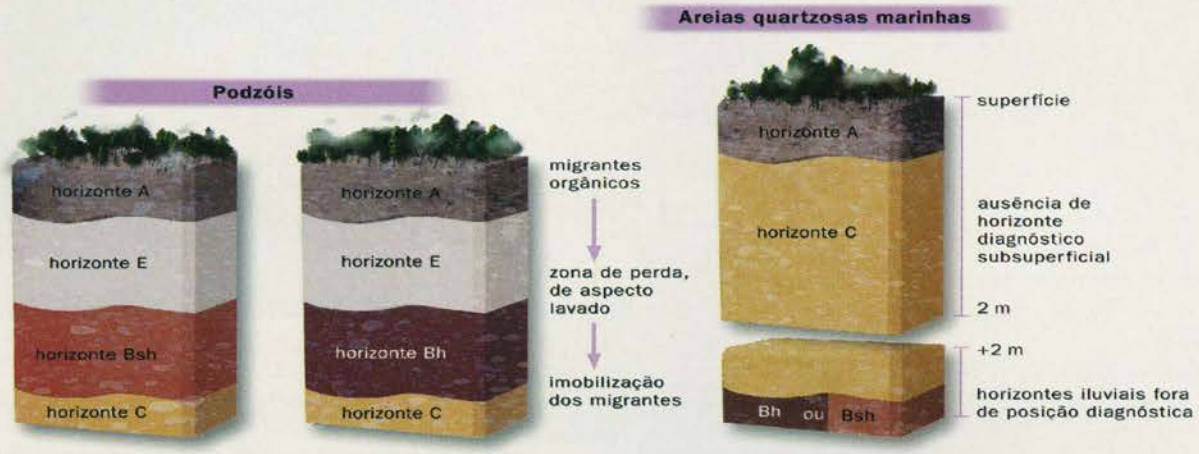


Figura 3. Perfis esquemáticos de solos representativos dos ambientes de restinga. Nos podzóis, os horizontes Bh e Bsh são formados respectivamente pela acumulação de compostos organometálicos com alumínio (h) e com ferro e alumínio (sh)

O balanço dos possíveis destinos dos migrantes orgânicos – ligar-se a maiores ou menores quantidades de metais, precipitar ou seguir outros caminhos – define a que classe pertence o solo de uma área de restinga não-embrejada: 'podzol' ou areia quartzosa marinha. Os podzóis apresentam uma camada que concentra os pigmentos (chamada horizonte B podzol ou B espódico), enquanto nas areias quartzosas há apenas, abaixo da camada superficial, outra camada sem pigmentação ou pouco pigmentada (horizonte C) até a profundidade geralmente considerada de 2 m (figura 3). Ambas as classes exibem um horizonte superficial escuro (horizonte A), reflexo de grande atividade biológica (raízes, queda de folhas, excrementos de animais etc.), como em qualquer solo com algum tipo de cobertura vegetal e sem erosão. Entre os horizontes A e B de um podzol existe o horizonte E, de aspecto esbranquiçado, lavado, em relação aos horizontes que o limitam.

Os compostos orgânicos que continuam solúveis, levados pelas águas de drenagem, muitas vezes colorem as águas de rios e lagoas de amarelo, se vistas em um copo, ou marrom-escuro, se vistas em volumes maiores. A cor escura das águas de rios como o Negro (na Amazônia), os do Leque do Taquari (no Pantanal) e alguns de áreas de restinga está relacionada a tais compostos e à presença de podzóis nas paisagens através das quais essas águas escoaram.

Geralmente os horizontes presentes nos perfis também permitem diferenciar os solos de restinga dos solos de outros ambientes. Os solos de outras áreas, exceto os situados em locais de drenagem deficiente (com forte hidromorfismo), apresentam um horizonte A seguido de um horizonte B de cor viva. A cor é dada por dois óxidos de ferro: a hematita (cor vermelha, dominante) e a goethita (cor amarela, que só se expressa se houver pouca ou nenhuma hematita). Esse horizonte B de cor viva logo abaixo do horizonte A não ocorre nos solos de restinga.

Nos países temperados, onde começaram os estudos sobre a podzolização, os horizontes E têm cores cinzentas, o que originou o nome podzol – dos termos russos *pod* (inferior, sob) e *zola* (cinza). O processo, aliás, é bem mais comum no hemisfério norte, em regiões com baixas médias de temperatura. O frio inibe a decomposição do material liberado pela vegetação (em geral florestas de coníferas ou matas de arbustos da família das erieáceas, naquele hemisfério), que forma densa serrapilheira. Essa camada superficial de matéria vegetal, na maior parte folhas, gera grande volume de substâncias orgânicas que migram solo abaixo, essência do processo. Em regiões tropicais a podzolização exige condições especiais, como as existentes em ambientes de restinga: sedimento quartzoso, relevo plano e lençol d'água próximo à superfície.

Figura 4. Material consolidado (avermelhado) do horizonte Bshx sob mata nativa da área de Campos Novos

Nos podzóis, o horizonte B geralmente apresenta cores pretas se os migrantes depositados envolvem maior quantidade de compostos orgânicos ligados ao alumínio (nesse caso é chamado horizonte Bh). Quando o acúmulo envolve compostos que incluem ferro (horizonte Bs) ou ferro e alumínio (horizonte Bsh), a cor predominante é a vermelha. O processo de deposição dos migrantes, quando mais acentuado, pode cimentar essas camadas (figura 4). Tais horizontes cimentados (Bshx, por exemplo) podem ser suficientemente duros e impermeáveis para afetar a drenagem no local.

As planícies de restinga são propícias

FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES

à podzolização, caso estejam presentes as condições necessárias ao processo em regiões tropicais. No entanto, o grau em que este ocorre e a natureza do horizonte B podzol (Bh, Bs ou Bsh) dependem das características específicas de cada local. Em geral, quanto mais plana, mais arenosa e com lençol freático mais perto da superfície for a restinga (mas não formando brejos), mais facilmente se dá o processo, desde que exista uma vegetação nativa, ou mesmo alterada, fornecendo material orgânico nas quantidades necessárias (figura 5).

Assim, o grau de podzolização pode variar desde nenhum acúmulo de compostos, como nas areias quartzosas marinhas, até acúmulo incipiente em solos intermediários entre essas areias e podzóis (figura 6), e acúmulo significativo em áreas que reúnem as condições apropriadas, formando horizontes Bh ou Bs ou Bsh, cimentados ou não. Muitas vezes o processo é significativo, mas ocorre fora do limite normal de observação dos pedólogos (abaixo dos 2 m de profundidade). Todas essas situações ajudam a diferenciar paisagens que à primeira vista parecem apenas amontoados de areia, como no caso das áreas de restinga estudadas no norte fluminense (ver 'Cenário ambiental das áreas pesquisadas').

As cores do lençol d'água

As águas de drenagem escuras, comuns nos ambientes de restinga, chamaram a atenção até de Pero Vaz de Caminha, escrivão da armada de Pedro Álvares Cabral, que fala de praias com pauis (pântanos) na carta em que comunica a descoberta do Brasil ao rei de Portugal, e do naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire, em um dos relatos sobre suas viagens pelo país no século 19 (ver 'As restingas em prosa'). Os compostos orgânicos que colorem essas águas podem ser considerados uma sobra da podzolização. A presença do processo não garante essa sobra, mas a observação de um lençol freático ou águas de drenagem escuras denuncia a presença de podzolização no local.

Para as três áreas de restinga estudadas, as cores das águas do lençol freático variam de escuras na lagoa do Robalo (figura 7), até claras ou leitosas (colóides inorgânicos) no Canto do Santo Antônio e apenas claras em Campos Novos. Tais diferenças podem ser explicadas com base nos valores de carbono orgânico dissolvido (COD) e de pH constatados nessas águas.

Considerando a matriz quartzosa dos

Figura 6. Trincheira sob mata de restinga nativa no Canto do Santo Antônio

três locais, parece que o forte hidromorfismo, a vegetação nativa adaptada aos ambientes e o horizonte Bh, formado em nível do lençol freático, revezam-se como causa e conseqüência da manutenção de valores mais altos de COD nas águas de drenagem da lagoa do Robalo, em relação às outras áreas (figura 8). No Canto do Santo Antônio a textura relativamente mais fina dos horizontes iluviais por onde passam as águas de drenagem também cumprem importante papel. Os

Figura 5. Arbusto de pau-preto (*Humiria balsamifera*) na mata de restinga da lagoa do Robalo, com marcante formação de serrapilheira

CENÁRIO AMBIENTAL DAS ÁREAS PESQUISADAS

LAGOA DO ROBALO (QUISSAMÃ, RJ)	CANTO DO SANTO ANTÔNIO (QUISSAMÃ, RJ)	CAMPOS NOVOS (CABO FRIO, RJ)
Geomorfologia regional		
Vasta planície de cordões arenosos paralelos ao litoral. Pequenos cursos d'água são barrados pelos cordões a poucas dezenas de metros do mar e geram longas lagoas que ocupam inúmeras e finas cavas (depressões do terreno). A planície arenosa, composta pela sucessão de cavas e cristas, é limitada, para o interior do continente, por sedimentos do período Terciário e por depósitos sedimentares do Quaternário (fluviais, lacustres e marinhos). A sede do município de Quissamã fica a 10 km da praia, em linha reta.		Planície marinha em forma de arco, que se estende por 15 km, entre dois rios: das Ostras e Una. A planície é limitada, para o interior do continente, pelos afloramentos gnáissicos de Búzios, mesclados a planícies de sedimentos fluviais e a colinas do Terciário.
Geomorfologia local		
Forte presença de água (hidromorfismo) na planície. Os cordões arenosos paralelos alternam cristas mais secas com depressões alagadas. Distância até a praia: ± 1,5 km.	Terraços marinhos (praias fósseis) de aspecto monótono, situadas atrás dos cordões arenosos, acumulados por vagas geradas no mar e nas lagoas. Distância até a praia: ± 8 km.	Praias fósseis planas que indicam o alcance das últimas transgressões (subidas do nível do mar), mescladas a depressões da bacia do rio Una. Distância até a praia: ± 2,5 km.
Cobertura vegetal nativa		
Vegetação típica de cordões arenosos hidromórficos: moitas de arbustos com clareiras em cristas mais bem drenadas, mata arbustiva mais fechada em faixas intermediárias e vegetação herbácia nos brejos. No primeiro caso, as moitas de arbustos têm até 3 m de altura e densa serrapilheira sob as copas, às vezes habitadas por bromeliáceas.	Vegetação de aspecto fechado, com árvores e arbustos, e com uma subvegetação mais rasteira composta pela palmeira-anã guriri (*Allagoptera arenaria*), bromeliáceas e outras espécies nativas. Vários sinais de rebrota revelam que as espécies lenhosas são cortadas com freqüência, como também acontece na lagoa do Robalo.	Floresta tropical preservada e realçada pela exuberância. Sedimento grosseiro. Gêneros mais típicos: *Cariniana* (jequitibás), *Aspidosperma* (peroba, guatambu), *Copaifera* (copaíbas), *Stertulia* (chichás e outras), *Talisia* (camboatã e outras), *Nectandra* (canelas), *Centrolobium* (araribás), *Melanoxylon* (baraúna) e *Piptadenia* (angicos).
Classificação dos solos quanto à podzolização		
Podzóis hidromórficos com horizontes Bh. Elevado acúmulo de material orgânico com alumínio (cor preta) após 50-75 cm de profundidade. Podzolização favorecida por sedimento quartzoso, forte hidromorfismo (o lençol d'água impede a descida das substâncias húmicas) e vegetação nativa arbustiva. Águas escuras no lençol d'água. Perfis de solo relativamente despodzolizados onde a vegetação nativa foi retirada.	Áreas quartzosas marinhas intermediárias para podzol, com acumulação incipiente de material fino e húmico, de 80 a 122 cm de profundidade. Presença de águas claras, algo leitosas (em função de colóides inorgânicos), no lençol d'água flutuante entre 2 e 2,1 m de profundidade. Não apresentam grandes diferenças entre solos sob vegetação nativa e sob uso agrícola (pastagem).	Podzóis com horizonte Bshx, ou seja, cimentado (sob mata nativa), e com horizonte Bs (sob pastagem). Expressiva acumulação de material orgânico com alumínio e ferro (cor cinza muito escuro até vermelho-amarelado) de 125 a 135 cm de profundidade. Presença de águas claras no lençol d'água a 2,1 m de profundidade. Forte despodzolização do perfil de solo sob pastagem, em relação ao perfil sob mata nativa.

Figura 7. Exposição das águas escuras do lençol freático na lagoa do Robalo pelo revolvimento do solo por retroescavadeira

horizontes iluviais são as camadas do solo onde ocorre acúmulo: o horizonte B nos podzóis e, no Canto do Santo Antônio, dois horizontes pouco expressos, designados como B1 e B2.

O nível do lençol d'água é mais profundo (de 2 a 2,1 m na época do estudo) nas áreas Canto do Santo Antônio e Campos Novos que na lagoa do Robalo (70 a 80 cm, na época). Isso influencia o tipo de vegetação e a decomposição biológica da matéria vegetal caída no piso da mata. Na lagoa do Robalo, a grande umidade na superfície em boa parte do ano desacelera de modo significativo essa decomposição, levando à formação de serrapilheira sob os arbustos. O excesso de água implica falta de oxigênio, necessário à degradação da matéria orgânica. Alguns microorganismos fazem esse 'trabalho' mesmo em condições anaeróbicas (deficiência de oxigênio), mas são menos eficientes.

No Canto do Santo Antônio e em Campos Novos, boa parte do carbono orgânico é decomposta antes de migrar

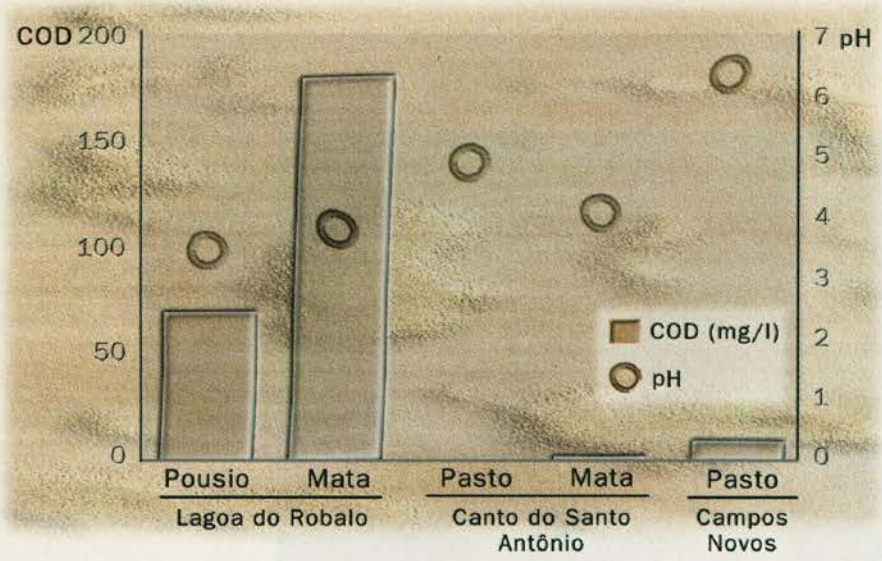


Figura 8. Valores de carbono orgânico dissolvido (COD) e pH das águas freáticas das áreas de restinga estudadas

através do perfil do solo e também não há formação de serrapilheira sob as copas dos vegetais. A quantidade inicial de carbono que entra no processo é presumivelmente menor que na lagoa do Robalo.

No Canto do Santo Antônio, as areias quartzosas intermediárias para podzol não apresentam acúmulo pronunciado de migrantes orgânicos. A causa não está na ausência desses migrantes, mas na presença de eficiente atividade microbiana, favorecida pela textura mais fina dos horizontes iluviais (B1 e B2) desses solos: têm de 5% a 11% de argila, enquanto os de Campos Novos têm de 1% a 3%. Tal textura permite que retenham um pouco de água, mantendo níveis de umidade (sem excesso) que potencializam a atividade biológica. Os baixos teores de carbono orgânico dissolvido constatado nas águas do lençol freático, nessa área, indicam que o carbono migrante não sai do sistema.

O pH mais baixo das águas freáticas dos perfis da lagoa do Robalo (3,66 e 3,95), em relação às outras áreas (4,23 e 5,01 no Canto do Santo Antônio e 6,65 em Campos Novos) concorda com a maior concentração nessas águas de COD e substâncias húmicas, fontes básicas de acidez do sedimento quartzoso. No perfil de Campos Novos, o pH relativamente alto da água freática parece refletir, assim como o pH de amostras de solo, a influência dos fragmentos de conchas encontrados nesse ambiente – tais nódulos carbonatados (fonte de alcalinidade) estão presentes em vários

AS RESTINGAS EM PROSA

PERO VAZ DE CAMINHA (C.1450-1500)

Carta a El Rey D. Manuel, em 1500 (versão de Rubem Braga)

"De ponta a ponta, é toda a praia uma palma, muito chã e muito formosa. (...) Fomos assim de frecha direitos à praia. Ali acudiram logo obra de 200 homens, todos nus e com arcos e setas nas mãos. (...) Depois andou o capitão para cima ao longo do rio, que anda sempre rente à praia. (...) E então o capitão passou o rio com todos nós outros, e fomos pela praia de longo, indo os batéis, assim, rente da terra. Fomos até uma lagoa grande de água doce, que está junto com a praia, porque toda aquela ribeira do mar tem pauis por cima e daí sai a água por muitos lugares."

AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE (1779-1853)

Viagem pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil, publicado em 1833 (tradução de Leonam A. Penna)

"O solo não apresenta senão um areal quase puro. Entretanto, a muito pequenas distâncias uns dos outros crescem, no meio desse areal, arbustos de quatro a cinco pés de altura, quase todos ramificados desde a base, apresentando-se sob a forma de tufos isolados. (...) [a água de um lago] apresenta particularidade singularíssima. Perfeitamente límpida e sem nenhum gosto, apresenta ao mesmo tempo uma cor de ferrugem muito intensa, e apesar de fornecida por diversas fontes é em toda parte da mesma natureza."

Figura 9. Pasto de capim-estrela-africana (*Cynodom nlenfluensis*) na área Campos Novos, vendo-se à esquerda a exuberante mata nativa local

solos dessa área analisados pela Embrapa Solos, principalmente nas frações cascalho, areia grossa e areia fina.

Na lagoa do Robalo, a concentração de carbono orgânico dissolvido na água freática dos perfis sob mata (182,76 mg/l) foi mais de duas vezes maior que a medida (72,73 mg/l) no perfil sob pousio (área antes cultivada e no momento sem uso). A ausência da principal fonte de entrada de material orgânico no solo (a serrapilheira da mata nativa) reduziu o COD e causou a drástica despodzolização no perfil sob pousio.

A atuação humana

Ao analisar as tendências gerais dos solos dos três locais, não foi levada em consideração a possível interferência humana nos processos de podzolização. Mas qual seria essa influência?

Em Campos Novos, por exemplo, foram estudados perfis de solo sob mata nativa e sob pastagem (figura 9). O perfil sob mata apresenta um horizonte Bshx bem consolidado, iniciado a 165 cm da superfície. A escavação nesse local atingiu 2,1 m de profundidade e ainda continuava a mostrar o material do horizonte endurecido. No perfil sob pastagem foram encontrados horizontes Bsh não-consolidados entre 125 e 170 cm e lençol d'água a 2,1 m da superfície.

Informações locais dão conta da ocorrência de enchentes esporádicas na área, a última em 1986. Tais enchentes foram provocadas pela manutenção, sob a mata, de um lençol d'água suspenso acima do horizonte Bshx, influenciando o regime de umidade do solo. A freqüência de períodos com déficit de água no solo é maior sob pastagem. Sob a mata, o lençol d'água mais elevado, acima da camada consolidada, reduz em parte esse déficit. Além disso, a mata é mais eficiente na busca de água.

Com a retirada da mata houve redução no consumo de água. Essa água que sobrava foi, ao longo dos anos, destruindo a camada consolidada. Isso aconteceu porque o desmatamento, ao reduzir as perdas por evapotranspiração de camadas mais profundas, favoreceu um contato maior das massas de água com o horizonte consolidado. Com o tempo esse horizonte foi reumedecido e em parte dispersado, tornando-se mais macio. Além do efeito solubilizante da própria água, a ausência de oxigênio pode ter criado condições para a redução do ferro (de Fe^{3+} para Fe^{2+}), reação que facilita ainda mais a solubilização de parte dos compostos organometálicos existentes nos podzóis.

Nas áreas onde ainda existe a floresta, a alta demanda desse tipo de vegetação pode consumir rapidamente a água acima da camada consolidada, evitando ou reduzindo a destruição desse horizonte. A mudança no tipo e na quantidade da matéria orgânica liberada pela vegetação, ao passar de uma cobertura vegetal para outra, também pode influenciar tal processo.

Sugestões para leitura

ARAÚJO, D.S.D. & LACERDA, L.D. A natureza das restingas. *Ciência Hoje* nº 6, pp. 42-48, 1987.

LAMEGO, A.R. *O homem e a restinga*, IBGE, 1946.

RESENDE, M; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. *Pedologia: base para distinção de ambientes*, Neput, Viçosa, 1995.

SKJEMSTAD, J.O. 'Genesis of podzols on coastal dunes in Southern Queensland. III. The role of aluminium-organic complexes in profile development', *Australian Journal of Soil Research*, vol. 30 (pp. 645-665), 1992.

OgilvyOne

Ajude uma importante espécie do nosso ecossistema a se reproduzir:

o afiliado WWF.

O WWF - Fundo Mundial para a Natureza - é uma das maiores organizações ambientalistas do mundo, que participa atualmente em mais de 40 projetos de proteção à Natureza no Brasil, buscando o uso correto e equilibrado dos nossos recursos naturais como forma de melhorar a qualidade de vida das pessoas.

E, para continuar nesses e em novos projetos, o WWF precisa da colaboração de uma espécie de pessoa que, além de respeitar a Natureza, tenha consciência da sua importância na luta pela conservação.

Com uma contribuição anual, você torna-se um afiliado ao WWF, ajuda a proteger nosso ecossistema, ganha um Kit WWF e passa a receber publicações periódicas sobre ecologia.

Aproveite para enviar o cupom abaixo pelo correio ou fax (061) 364-3057 e afiliar-se agora mesmo ao WWF. Lembre-se de que quanto maior o número de afiliados, mais espécies se beneficiarão.

☑ **Sim** Quero me tornar uma importante espécie para a conservação da Natureza e por isso desejo afiliar-me ao WWF e contribuir com seus projetos de proteção ambiental no Brasil.

Contribuição Anual Ao afiliar-se você receberá em seu endereço, pelo correio, sua carteira de afiliado e um kit WWF contendo:

- ☐ Amigo - R$ 15,00 (Pin+Adesivo)
- ☐ Colaborador - R$ 25,00 (Pin+Adesivo+Caneta)
- ☐ Benfeitor - R$ 50,00 (Pin+Adesivo+Boné ☐ branco ☐ bege)
- ☐ Patrono - R$ 100,00 (Pin+Adesivo+Camiseta ☐ P ☐ M ☐ G ☐ GG)
- ☐ Colaborador Especial - A partir de R$ 250,00 (Pin+Adesivo+Vídeo Ecológico+Camiseta ☐ P ☐ M ☐ G ☐ GG)

Forma de Pagamento

☐ Cheque nominal ao WWF (anexar cheque)

Cartões de Crédito: ☐ Visa ☐ Diners ☐ MasterCard ☐ American Express ☐ Sollo

Número: _____ Validade: _____

Nome: _____

Endereço: _____

_____

Cidade: _____ U.F.: _____ CEP: _____

Telefone:( ) _____

Assinatura: _____

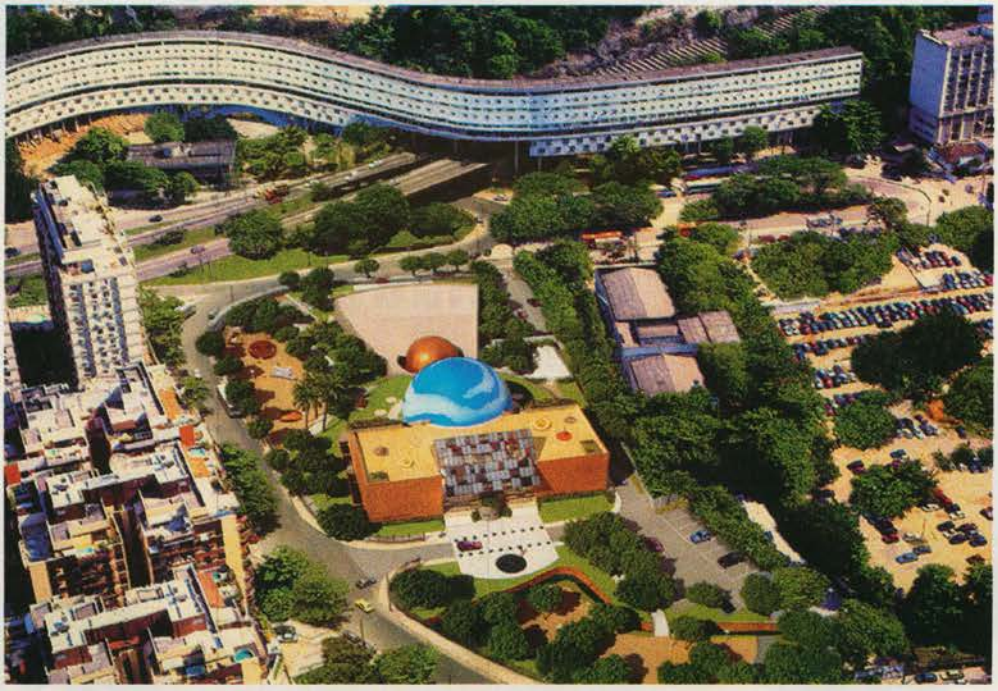
Remeta este cupom para o endereço abaixo:

WWF - Fundo Mundial para a Natureza
SHIS EQ QL 06/08, Conjunto E, 2º andar - 71620-430 - Brasília-DF
ou pelo fax: (061) 364-3057 - E-mail: afiliado@wwf.org.br
Visite nossa home page www.wwf.org.br e aproveite para saber mais sobre o WWF Brasil.

WWF®

O universo ao alcance dos olhos

Rio de Janeiro vai ganhar museu interativo para observação astronômica



FUNDAÇÃO PLANETÁRIO/RJ

Simulação em computador das futuras instalações do Museu do Universo

Visitas a galáxias, viagens espaciais e filmes astronômicos que levam o espectador a pontos distantes do cosmo. Nada de ficção ou realidade virtual. Apenas um novo espaço para estudos científicos e lazer a ser inaugurado no Rio de Janeiro no segundo semestre deste ano: o Museu do Universo. Complemento do Planetário da Gávea, o novo museu terá maior capacidade de observação astronômica, mais espaço para o público e mais eventos para o estudo dos astros.

A expectativa da diretora da Fundação Planetário, Graça Salgado, é que as principais atrações – um novo projetor, muito mais potente, e a nova cúpula, a maior da América Latina – estejam funcionando em agosto. Até 1999 estarão disponíveis mais de 100 experimentos astronômicos interativos, entre exposições permanentes de diversos tipos de relógios na Praça do Tempo, ou a simulação do peso que o visitante teria se estivesse em Marte. Os investimentos feitos desde 1995, entre obras, projetos arquitetônicos e equipamentos alcançam R$ 19,5 milhões, e até o início do próximo semestre devem chegar a R$ 22,8 milhões.

Os números do Museu do Universo demonstram que o objetivo é atualizar a atividade da observação celeste do ponto de vista científico e como opção de lazer. "Nosso espaço era muito pequeno para o público que podemos alcançar", comenta Graça. A

A NOVA CASA DO UNIVERSO TERÁ

Cúpula Universarium • Com 23 m de diâmetro, será a primeira cúpula da América Latina dimensionada para integrar planetário e cinema hemisférico.

Céu estrelado • Com a nova cúpula e o projetor Spacemaster, desenvolvido pela empresa alemã Carl Zeiss Jena, será possível utilizar a tecnologia das fibras óticas para conseguir a projeção de 9.100 estrelas, além da visualização de inúmeros fenômenos astronômicos.

Cinema hemisférico • As projeções dos filmes 70 mm exibidos no Museu do Universo serão feitas em uma tela hemisférica com mais de 700 m^2 de área.

Praça de Telescópios • Serão seis, semiprofissionais, e mais modelos para a observação solar.

Praça do Tempo • Mostrará diversos instrumentos usados através dos tempos para medir as horas: relógios de sol, de água, ampulhetas etc.

Pêndulo • Na entrada do Museu do Universo será instalado um Pêndulo de Foucault, o primeiro experimento a demonstrar a rotação terrestre.

Espaços extras • Auditório, salas para iniciação científica e atualização de professores, biblioteca (acervo com *softwares* e vídeos), restaurante e lanchonetes.

Ainda numa área a ser definida dentro do Museu do Universo, todos os dias, ao meio-dia, será projetada uma imagem do sol sobre uma faixa de 6 m do piso, mostrando todos os movimentos e fases pelos quais ele passa em relação à Terra: solstícios, equinócios etc.

antiga cúpula do Planetário da Gávea tinha 12 m de diâmetro e foi construída há 20 anos. A nova já foi erguida, chama-se Universarium, tem 23 m de diâmetro e uma arquibancada de 300 lugares. Fibras óticas auxiliarão o projetor Spacemaster e mais 60 projetores complementares irão visualizar 9.100 estrelas. "Vamos poder simular viagens espaciais, como se estivéssemos saindo da superfície da terra", diz o diretor de astronomia da Fundação, Ormis Rossi.

Na nova cúpula poderão ser vistas também as sessões do Cinema Hemisférico, onde serão exibidos filmes de 70 mm numa tela hemisférica com mais de 700 m^2 de área. "O público poderá observar o trabalho de um astronauta, por exemplo, como se estivesse no espaço. O mais real possível", garante Ormis. A observação celeste por meio de telescópios também melhorará no novo museu. Hoje, o Planetário conta com um único telescópio para uso público, mas até o próximo ano estará funcionando uma praça com seis modelos semiprofissionais. Será possível também a observação solar, com um telescópio específico. Além disso, está sendo negociada a construção, em parceria com a Embratel, de uma área para exposição das novidades em telemática.

Dagoberto Souto Maior
Especial para *Ciência Hoje*/RJ

Medicação rápida contra o HIV

Programa vai testar tratamento com antivirais logo após exposição ao vírus

A esperança de frear a progressão da epidemia de Aids no país levou um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) a procurar uma alternativa terapêutica para as pessoas que mantêm um comportamento de alto risco – relações sexuais sem o uso de preservativos. A estratégia é testar a eficácia de um tratamento imediato, logo após a exposição ao vírus HIV. É uma espécie de 'pílula do dia seguinte' para aqueles que tiveram relações com pessoas provavelmente infectadas. Até agora, esse tipo de terapêutica só tinha sido testada em profissionais de saúde que haviam se exposto ao HIV em seus locais de trabalho, primeiro nos Estados Unidos e atualmente, em outros laboratórios do mundo.

O grupo do qual sairão os futuros voluntários já foi escolhido. O voluntariado será composto por 200 integrantes do Projeto Praça Onze, programa de prevenção contra a Aids que há três anos acompanha homens de 18 a 50 anos, coordenado pelo infectologista Mauro Schechter, chefe do Laboratório de Pesquisas em Aids da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A condição para participar é ser soronegativo e declarar já ter tido ou continuar tendo relações homossexuais. O objetivo da pesquisa, que deve começar este mês e vai durar cinco anos, é avaliar fatores biológicos e comportamentais para a aquisição do HIV.

Em pesquisa mais recente entre os membros do projeto, 70% dos entrevistados declararam que praticam sexo sem proteção. A estatística impressiona sobretudo ao se levar em conta o fato de o grupo ter acesso gratuito a preservativos e ser composto, em sua maioria, por pessoas com até oito anos de escolaridade. Ao serem consultados sobre a possibilidade de testar a 'pílula do dia seguinte', 80% disseram que participariam prontamente, 10% responderam que gostariam de saber mais detalhes e 10% se recusaram de participar.

Um estudo coordenado pelo CDC (Centro de Controle e Prevenção de Doenças) de Atlanta (Estados Unidos) com profissionais de saúde que se feriram com instrumentos possivelmente contaminados pelo HIV mostrou que os que tomaram o antiviral AZT após a exposição ao vírus tinham 80% menos chances de desenvolver a infecção. Mas ainda há dúvidas quanto à resposta ser a mesma para pessoas que se contaminam durante o ato sexual. Outro ponto importante é saber se os inibidores da transcriptase reversa, como o AZT e o 3TC, podem ser tomados com segurança por vários meses.

No caso brasileiro, os voluntários vão tomar os remédios nos quatro dias seguintes à exposição e receberão doses para mais 24 dias. O projeto será financiado pelo NIH (Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos).

Impacto comportamental

O mais difícil de prever é o impacto comportamental que o estudo pode ter entre o voluntariado. As pessoas deixariam de tomar os cuidados necessários de proteção e passariam a correr mais riscos?, questionam alguns.

Para Carlos Alberto Moraes de Sá, coordenador do Programa de Pesquisas em Aids da Universidade do Rio de Janeiro (Uni-Rio), o programa "não passa de um projeto de país rico que não tem problemas de distribuição de camisinha ou de veiculação de informação". Seu principal temor é que esse tipo de proposta facilite o abandono do preservativo. "O pior é que há outras doenças graves, como a hepatite, que podem ser transmitidas sexualmente", alerta a infectologista Dirce Bonfim de Lima, professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj).

Essas questões serão ponderadas. Se, depois de dois

anos, o programa concluir que o tratamento é seguro e não houve significativa mudança comportamental, terão início então os testes de eficácia. Nessa fase, parte dos voluntários tomará as drogas e outra receberá placebo sem que médicos ou pacientes saibam quem toma o quê.

Segundo Moraes de Sá, essa é a fase mais crítica porque parte dos voluntários estaria se expondo ao vírus sem receber a medicação adequada. O ideal, em sua opinião, é que se gastasse esse dinheiro – a verba estimada para o projeto gira entre US$ 5 e 10 milhões – em campanhas de prevenção e esclarecimento à população. "Não podemos fazer das pessoas cobaias."

Dirce Bonfim acredita ser importante investir na educação desses grupos e na assistência aos soropositivos, já que os postos de saúde só podem receber pessoas assintomáticas e, assim mesmo, com restrições. "Não há laboratórios nos postos para medir a carga viral ou fazer exames complementares, sem falar na falta de leitos", diz a professora da Uerj.

Schechter lembra, entretanto, que o conhecimento avança com a experimentação. "Não podemos confiar em idéias pré-concebidas sem testá-las. É preciso experimentar para saber o que vai ou não funcionar."

Luciana Malta
Especial para *Ciência Hoje*/RJ

Uma vacina para o papilomavírus

Cientistas tentam conter infecção cuja maior incidência mundial está no Norte do país

Das doenças sexualmente transmissíveis, o papiloma é das que mais desperta o interesse dos pesquisadores. Cerca de um quarto da população feminina mundial está contaminada. A situação é ainda mais grave em certas áreas do Brasil, como a região Norte, que tem a maior taxa de incidência de HPV (papilomavírus humano) do mundo (54 em 100 mil mulheres). Como se não bastasse a disseminação, pesquisas mostram uma ligação direta entre o HPV e o câncer de colo uterino. Não faltam esforços para desenvolver métodos eficazes de diagnóstico e combate do HPV. Mas o pleno controle do vírus ainda depende de maior acesso a informações e da adoção de medidas preventivas.

O Instituto Ludwig de Pesquisas sobre o Câncer, em São Paulo, desenvolveu testes moleculares para a detecção do vírus e está investindo em um produto profilático. Ao mesmo tempo, o Ministério da Saúde, através do Instituto Nacional do Câncer (Inca), lançou o Programa Nacional de Controle do Câncer de Colo de Útero, ou Viva Mulher. A expectativa agora é de que os testes moleculares para detecção do HPV possam ser incorporados à rotina médica. Feitos junto com o exame Papanicolau, esses testes permitiriam um maior controle das lesões cervicais do papiloma e, indiretamente, do câncer de colo de útero, o segundo tipo de câncer mais letal no país, após o de mama.

Associado a um grupo de pesquisa inglês, o Instituto Ludwig desenvolve uma vacina para tentar controlar a infecção pelo HPV. Vacinas similares estão sendo estudadas nos Estados Unidos, na Alemanha e na Austrália. Algumas já obtiveram sucesso na proteção de cães e bovinos contra os tipos de HPV que afetam esses animais. No caso brasileiro a prioridade é combater o HPV16, um dos tipos de papiloma mais comuns associados a lesões malignas humanas.

Estudos indicam que só o HPV16 é responsável por mais de 50% dos casos de câncer de colo de útero. A vacina do Instituto Ludwig encontra-se na fase de testes de toxicidade e, em breve, deverá ser submetida pela equipe inglesa a ensaios clínicos. Apenas depois de comprovada a ausência de efeitos tóxicos, poderá ser testada a sua eficácia em pacientes portadores do vírus e deverão ser feitos estudos populacionais. A expectativa, diz Luisa Lima Valle, pesquisadora do Ludwig, é de que em quatro anos já se saiba se a vacina pode controlar a evolução das lesões pré-malignas e proteger as pessoas contra alguns tipos de HPV.

Os principais meios de prevenção do HPV são o controle do número de parceiros sexuais e medidas de higiene. As pesquisas mostram que mulheres com diversos parceiros têm mais infecção por HPV e que, quanto maior a carga viral, maior o risco de apresentar lesões malignas. Também já foi demonstrado em trabalho realizado no Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo que 66% dos parceiros de mulheres portadoras de verrugas (condiloma) têm lesões visíveis causadas por HPV e 36% a 40% dos parceiros de mulheres com lesões pré-cance-

Estudos indicam que só o HPV16 é responsável por mais de 50% dos casos de câncer de colo de útero

DETALHE DO QUADRO *THREE WOMEN IN LANDSCAPE* / KARL GUNSCHMANN

rosas apresentam condiloma. Como o HPV é transmitido por contato, principalmente sexual, indica-se como prevenção o uso de preservativo desde o início da relação sexual, além de manter cuidados de higiene básicos. Também é importante fazer exames periódicos de ginecologia e urologia.

O Viva Mulher também constatou que o medo, as barreiras religiosas, a dificuldade de acesso à rede pública de saúde e o preconceito dos maridos são os principais motivos de adiamento do exame

Pior entre as mulheres

Apesar de atingir os dois sexos, o papiloma apresenta um quadro mais grave entre as mulheres. Alguns tipos de vírus formam lesões graves na vulva e no colo do útero, o que suscita a hipótese de que esses sejam os locais mais propícios ao seu desenvolvimento. Quando instalado no colo do útero, o vírus pode desenvolver lesões graves, induzindo mudanças nas células, provocando a sua reprodução ilimitada e, conseqüentemente, o desenvolvimento de tumores.

Segundo Luisa Valle, as evidências da relação do HPV com o câncer de colo uterino são cada vez mais freqüentes: estudos realizados no próprio Instituto Ludwig mostraram a ocorrência de material genético de alguns tipos de HPV em cerca de 90% dos casos desse câncer, "o que reforça a hipótese de que certos tipos do vírus possam mesmo estar diretamente relacionados ao câncer". Também já foi demonstrado que mulheres que apresentam o material genético de certos tipos de HPV – os de alto risco oncogênico – ao longo de vários anos e de maneira persistente têm maior probabilidade de desenvolver tumores malignos.

Apesar da freqüência do papilomavírus ser alta na população em geral e dos índices de câncer de colo de útero no país serem preocupantes, a pesquisadora Luisa Lima tranqüiliza as portadoras do vírus, explicando que a simples presença do HPV não significa que a mulher vai ter câncer. "Existem vários tipos de HPV, que podem causar desde lesões benignas, como uma verruga genital ou condiloma, até lesões pré-cancerosas, que se não forem tratadas podem levar ao câncer. O desenvolvimento de câncer de colo uterino depende também de uma série de outros fatores, como a imunidade da paciente, o uso de pílula anticoncepcional, a idade da primeira relação sexual e o hábito de fumar, entre outros."

Outro fator atenuante é que o processo que leva à lesão maligna é relativamente lento, podendo demorar vários anos para aparecer. Para a mulher que se submete periodicamente a exames ginecológicos, existe, portanto, a possibilidade de o vírus ser identificado e removido, evitando o desenvolvimento do tumor. O tratamento consiste em adotar procedimentos cirúrgicos, *laser* ou agentes químicos para remover a esfoliação do tecido alterado, onde o vírus se encontra. Agressivos, esses métodos só devem ser utilizados quando existe a presença do vírus de alto risco e de lesão clinicamente identificada. Em casos em que se detecta apenas o vírus, a conduta indicada é um acompanhamento médico rigoroso.

A detecção do HPV e das doenças a ele associadas depende da análise das células ou de fragmentos do tecido do paciente, feitas através do exame de Papanicolau ou de biópsia. Mas, através desses testes, não se consegue identificar o tipo de HPV presente, o que é fundamental para determinar qual o grau do risco de desenvolver câncer. Para sanar essa dificuldade, o Instituto Ludwig investiu em um método mais sensível e específico, que usa a técnica de PCR (*Polymerase Chain Reaction*/Reação em cadeia da polimerase). Com essa técnica, o material genético do vírus é ampliado inúmeras vezes e pode ser identificado com precisão. O teste é atualmente feito no Hospital A. C. Carmargo, em São Paulo, que mantém colaboração científica com o Instituto Ludwig.

Alarmado com os dados que indicam o Brasil como líder mundial em incidência e mortalidade pelo câncer de colo uterino, o Inca, através do programa Viva Mulher, procura aplicar novas técnicas de tratamento e criar modelos de programas que possam ser efetivos em todas as regiões do país. O Viva Mulher é composto por cinco projetos-piloto, cada um representando uma região: Rio de Janeiro, Recife, Belém, Brasília e Curitiba. Em seu primeiro ano de atividades, o programa fez exame preventivo em 40 mil mulheres de 35 a 49 anos e constatou que cerca de 6% delas faziam o exame pela primeira vez. Em 3%, foi diagnosticado o câncer, mas, em 97% dos casos, a cura era possível com tratamento de baixo custo e seqüelas mínimas.

Através do programa pôde se comprovar a importância do profissional de saúde no encaminhamento dos pacientes para o exame preventivo e o tratamento da doença. O Viva Mulher também constatou que o medo, as barreiras religiosas, a dificuldade de acesso à rede pública de saúde e o preconceito dos maridos – que em sua maioria acham que câncer de colo de útero é doença venérea – são os principais motivos para o adiamento do exame.

Eliza Muto
Especial para *Ciência Hoje*/SP

VETERINÁRIA

Fungos reduzem verminoses de gado

Uma formulação baseada em fungos predadores de nematódeos vem sendo usada com sucesso pelo Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa (MG) para controlar verminoses bovinas. Os fungos atacam os parasitas em seus estágios de vida livre, enredando-os inicialmente em uma espécie de armadilha, para em seguida penetrar em seu organismo, levando-os à morte. É grande a aplicabilidade desse trabalho, desenvolvido pelo grupo do professor Jackson Victor de Araújo, pois a maioria dos parasitas de bovinos é encontrada no ambiente natural do gado, sobretudo nas pastagens.

A formulação foi desenvolvida em sal mineral e administrada ao rebanho por via oral. A partir daí, os fungos foram disseminados, por meio das fezes, por toda a pastagem, abrindo caminho para o controle das larvas. Segundo os pesquisadores, cerca de 70% das larvas presentes na área foram controladas. Isso mostra que a formulação é economicamente viável e pode, em breve, vir a ser lançada como produto comercial.

No entanto, destaca Araújo, esse tipo de controle biológico não descarta a quimioterapia, com a que se consegue uma erradicação de quase 100% dos parasitas. "O que se pretende", diz o pesquisador, "é oferecer aos pecuaristas uma nova alternativa de combate às verminoses".

MEDICINA

Cola cirúrgica para lesões ósseas

Usados constantemente na consolidação de fraturas ósseas, os fios de aço podem ganhar substituto: o adesivo butil-2-cianoacrilato. Essa 'cola cirúrgica' – derivada de ácidos cianoacrílico – foi testada das mais diversas formas pelo médico Domingos Geraldo Sica, em sua tese de doutorado na Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). "Esse adesivo foi sintetizado em 1950, no Japão, e atualmente é usado para a união de tecidos em animais, substituindo o fio de sutura. Em meu trabalho, procurei testar o uso do produto na consolidação de *arcus zygomaticus* (ossos da face abaixo dos olhos)", conta Sica.

Durante o trabalho, Sica realizou inúmeros testes em uma máquina de ensaios no Laboratório de Técnica e Mecânica da Universidade de Mogi das Cruzes, onde também é professor. Foram realizadas provas de resistência (flexão e cisalhamento). "O resultado final, usando o fio de aço ou a cola, é similar. A cola oferece uma recuperação mais fácil. É biodegradável e acredito que, no futuro, passará a ser usada correntemente em humanos." A tese de doutorado recebeu o prêmio Alfredo Monteiro de 1997 no 12º Fórum de Pesquisa em Cirurgia do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, no Rio de Janeiro.

ECOLOGIA

Em defesa do palmito-doce

O palmito-doce (*Euterpe edulis*) pode deixar de ser uma das vítimas mais constantes da exploração predatória. Como alternativa ao corte da árvore, típica da Mata Atlântica, o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) propôs a exploração controlada do palmito pindoba ou indaiá (*Attalea compacta*). A proposta, no entanto, preocupa alguns ambientalistas. Especialista em palmeiras, o botânico Hélio De Queiroz, do Museu Mello Leitão, do Espírito Santo, acredita que a legalização do corte do pindoba poderá estimular sua exploração ilícita, já que a planta está localizada principalmente em matas nativas. A *Attalea compacta* é uma palmeira de grande porte – chega a medir mais de 20 m de altura – e leva em torno de 20 anos para entrar em fase reprodutiva. A espécie chegou a ser abundante nas planícies do Espírito Santo, mas foi praticamente dizimada.

FOTO DO LIVRO 'ÁRVORES BRASILEIRAS'/ HARRI LORENZI

ECOLOGIA

Barbado deve ser preservado

A organização social, densidade populacional e sazonalidade reprodutiva do *Alouatta fusca*, conhecido como barbado, estão sendo estudadas na estação biológica de Caratinga, em Minas Gerais. Apesar de ser uma espécie em extinção na Mata Atlântica, o primata é bastante comum na reserva. O trabalho está sendo desenvolvido pelo Museu de Biologia Professor Mello Leitão, do Espírito Santo, junto com o Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica (Ipema). O objetivo é conhecer melhor a espécie para conseguir preservá-la a longo prazo. A estação de Caratinga é considerada um 'laboratório nacional' para a pesquisa de primatas típicos da Mata Atlântica, onde há 15 anos são feitos estudos com esses animais no local.

ILUSTRAÇÃO ROLFGRANTSAU/PRIMATAS DO BRASIL'

BIOTECNOLOGIA

Controle biológico da mosca branca

Inimiga das lavouras de tomate, melão, melancia, uva, algodão, jiló, feijão e soja, a mosca branca (*Bemisia argentifolii*) causa prejuízos anuais de R$ 2 bilhões em todo o mundo. No Brasil, entre 1991 e 1997, foram perdidos R$ 500 milhões em conseqüência da praga. Para tentar amenizar o problema, foi lançado o Projeto Nacional de Combate à Mosca Branca, que reúne as secretarias de agricultura dos estados prejudicados e institutos de pesquisa, como o Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), em Brasília, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

A mosca branca pode destruir de 30% a 100% das lavouras e afeta as plantas de três formas: suga o sumo dos vegetais, é vetor de diversos vírus e seu excremento açucarado provoca a colonização de fungos. Uma das principais medidas será descobrir quais os inimigos naturais do inseto e aumentar sua produção nas áreas afetadas pela praga, principalmente São Paulo, Paraná, Goiás e Vale do São Francisco, entre outros locais do Nordeste. Outra ação preventiva é realizar rotação de culturas e também dos pesticidas usados, já que a mosca branca adquire facilmente resistência aos inseticidas agrícolas. Fora dos campos, pesquisadores estão trabalhando no laboratório no mapeamento do DNA do inseto. O objetivo é desenvolver armas eficazes contra a praga e diferenciar a mosca branca de outros insetos que causam danos similares na agricultura.

DEMOGRAFIA

Mortalidade neonatal

A mortalidade neonatal (de bebês com menos de 28 dias de vida) em hospitais públicos de Belo Horizonte é duas vezes menor do que nos estabelecimentos privados que têm convênio com o Sistema Único de Saúde. Essa é a principal conclusão do estudo feito pela médica-sanitarista Maria Celília Accioly, da Coordenação de Atenção à Criança da Secretaria Municipal de Saúde da capital mineira. Os dados mostram que os hospitais públicos, normalmente acusados de negligência no atendimento, têm procurado dar assistência adequada, que compensa os graves problemas sociais enfrentados pelas gestantes que os procuram.

Segundo Accioly, os nascimentos prematuros, o baixo peso das crianças e a qualidade do atendimento nos hospiais – poucos oferecem assistência neonatal e têm pediatra na sala de partos – são as principais causas dos altos índices de mortalidade. Segundo determinações da Organização Mundial de Saúde, lembra a pesquisadora, as crianças que nascem com menos de 1,5 kg precisam de assistência especial em leito apropriado. Mas seus estudos atestam que em Belo Horizonte cerca de 50% dos recém-nascidos nessas condições não contam com esse tipo de assistência. As gestantes muitas vezes não fizeram pré-natal adequado nem tiveram boa alimentação. Eram mães adolescentes, com péssimas condições financeiras, baixa escolaridade e, em muitos casos, com gravidez múltipla.

O trabalho da pesquisadora, que abrangeu os partos feitos em hospitais da capital em 1993, com 40.756 nascimentos, deu origem à dissertação de mestrado *Determinantes da mortalidade neonatal em Belo Horizonte: subsídios para o planejamento da atenção materno-infantil*, defendida e aprovada junto ao curso de pós-graduação em Saúde Pública/Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

FITOTECNIA

Nova variedade de cana

Uma nova variedade de cana foi lançada pelo Centro de Pesquisa e Experimentação de Cana-de-Açúcar, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (MG). A variedade, denominada RB867515, foi selecionada em 1988, a partir de uma população proveniente da Universidade Federal de Alagoas. Após a clonagem, essa variedade foi avaliada em terras de várias usinas e destilarias de Minas Gerais, e os resultados obtidos revelam que ela tem bom desempenho em solos de textura leve e fertilidade média, com boa capacidade de brotação, mesmo em plantios tardios e sob baixas temperaturas.

O lançamento da RB867515 foi possível graças a convênio firmado entre a Universidade Federal de Viçosa e o Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool de Minas Gerais, com a colaboração de suas associadas, destacando-se a Companhia Agrícola Ponte-Novense.

ECONOMIA

Força de trabalho qualificada cresce

A força de trabalho qualificada – com, no mínimo, o primeiro grau completo – crescerá 62% no Brasil até o ano 2005. Esta é uma das principais conclusões do documento *O Brasil na virada do milênio – trajetória do crescimento e desafios do desenvolvimento*, lançado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

Segundo o trabalho, a população economicamente ativa era de 72 milhões em 1995 e os trabalhadores qualificados representavam apenas 26% desse total. Uma projeção indica que, em 2005, a população economicamente ativa chegará a 90 milhões, dos quais 33% serão mão-de-obra qualificada.

O documento do Ipea considera que o crescimento da força de trabalho qualificada será insuficiente para atender a demanda do mercado. Essa tendência, no entanto, aumentará as diferenças entre as faixas salariais definidas pelo nível de escolaridade.

ECOLOGIA

Serrarias agem no sul da Bahia

A Mata Atlântica do sul da Bahia está seriamente ameaçada pelas serrarias, que dela extraem 226 mil m^3 de madeira por ano. Mas as estimativas de produção dos Planos de Manejo Florestal Sustentado para a região cacaueira baiana somam 55 m^3 anuais. Isso significa que cerca de 80% da madeira que sai da região são obtidos ilegalmente.

Análises feitas pelo Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia (IESB), com o apoio da Conservation Internacional (CI) do Brasil, apontam irregularidades nesses planos. Eles não especificam, por exemplo, os métodos de manejo e os tratos silviculturais que devem ser realizados após a extração das árvores e ignoram a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção.

Após gestões feitas pelo IESB e pela CI junto ao Ibama (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis) e Departamento de Desenvolvimento Florestal da Bahia no final do ano passado, os planos de manejo sofreram uma auditoria. Os resultados comprovaram que, além de muitas irregularidades, eles são, em sua maioria, tecnicamente mal elaborados. Falhas no processo de avaliação e aprovação permitem atividades madeireiras em áreas protegidas, como, por exemplo, o entorno da Reserva Biológica de Una, que abriga micos-leões-da-cara-dourada. Mesmo os 15 projetos aprovados, entre os 65 analisados, não cumpriam algumas exigências da legislação em vigor.

"Se fosse feita uma avaliação rigorosa", diz o zoólogo Gustavo Fonseca, diretor da CI, "nenhum plano de manejo poderia ser considerado regular".

Área desmatada nas proximidades da Reserva Biológica da Una, sul da Bahia

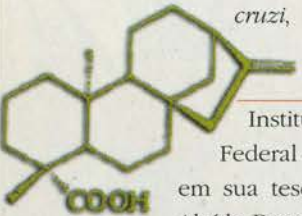
Pequena montanha de pó de serragem em área próxima à Reserva Biológica de Una, sul da Bahia

CRÉDITOS: LUIZ PAULO PINTO / CONSERVATION INTERNATIONAL

QUÍMICA

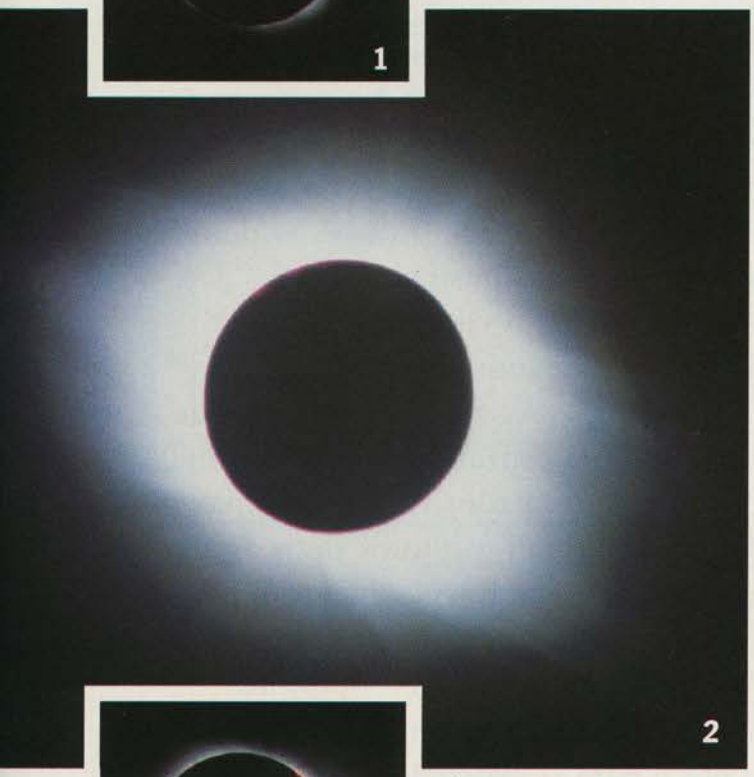
Margaridão é eficaz contra Chagas

O extrato etanólico da planta *Wedelia paludosa*, popularmente conhecida como margaridão, é ativo contra o *Trypanosoma cruzi*, parasita responsável pela transmissão da doença de Chagas. A conclusão foi obtida com base em testes *in vitro* feitos no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais pelo químico Ronan Batista, em sua tese de mestrado orientada pela fitoquímica Alaíde Braga de Oliveira.



Já havia evidências de que plantas da família das asteráceas, à qual pertence a *W. paludosa*, tinham ação contra o *T. cruzi*. A partir de uma triagem feita em 47 espécies da família, constatou-se que 11 eram ativas contra o protozoário. *W. paludosa* foi escolhida para estudos mais minuciosos pela facilidade de sua coleta. Ela cresce e espalha-se com grande facilidade, distribuindo-se amplamente por todo o país.

O ácido caurenóico, da classe dos diterpenos caurânicos, é o constituinte principal da fração ativa do extrato etanólico obtido da planta. Mas, segundo Batista, foram isolados também outros diterpenos caurânicos ativos. "É uma evidência de que, de modo geral, o esqueleto caurânico tem ação contra o transmissor da doença de Chagas", explica o químico.



FOTOS MAST / CNPq

▲ **Com o objetivo de produzir um documentário sobre a influência do ciclo de atividades solar na morfologia da coroa solar, uma expedição conjunta do Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) do Rio de Janeiro e da Universidade do Estado de São Paulo (Unesp) fotografou e gravou em vídeo o eclipse total do Sol, no dia 26 de fevereiro, em Aruba, no Caribe. Essas imagens – ainda em estado bruto e que serão digitalizadas para compor uma imagem ideal da coroa solar – serão reunidas com registros anteriores de eclipses realizados pelo Mast, com apoio do CNPq, desde 1992. As fotos, com o Norte na parte de cima e o Leste na esquerda, mostram as chamadas protuberâncias avermelhadas pela emissão de átomos de hidrogênio (1), o eclipse total (2), o anel diamante (3), e as imagens (4, 5, 6) do disco lunar descobrindo o Sol, encerrando o eclipse**

• • •

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo e a Universidade Federal de São Carlos elaboraram uma lista das 526 espécies animais **ameaçadas de extinção** em todo o estado. O tamanduá-bandeira, a arra-jamanta, a anta, a paca e a cotia estão entre os citados no levantamento, que foi dividido em duas partes. Uma lista contém as 313 espécies ameaçadas e a outra, as 213 espécies presumivelmente ameaçadas de extinção.

• • •

O Instituto Vital Brazil, da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro, desenvolveu um soro para combater os efeitos das **mordidas de aranhas**. O Brasil importava o medicamento da Argentina e, a partir de agora, poderá produzi-lo pela metade do preço.

• • •

O **buriti**, palmeira da região amazônica, é fonte de extração do *beta-caroteno*, substância utilizada em diversos produtos comercializados por empresas farmacêuticas e cotado atualmente em US$ 2.160 por quilo. A novidade foi demonstrada por pesquisas da Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia e pela Universidade de Brasília.

• • •

A maioria dos usuários de **anabolizantes** desconhecem seus efeitos prejudiciais. Esta é a conclusão de uma pesquisa sobre o perfil dos consumidores de esteróides anabólicos, realizada por Carlos Alberto Anaruma, do Instituto de Biociências da Unesp. O estudo mostrou ainda que, em geral, quem usa anabolizantes não está satisfeito com o próprio corpo e busca na droga uma sensação de bem-estar.

• • •

Aumento na participação nas **aulas de química** e crescimento do índice de aprovação de 20% para 60% na mesma matéria são os resultados do Pró-Ciências (Programa de Apoio ao Aperfeiçoamento de Professores de 2º grau em Matemática e Ciências) após um ano. Mais de 23 mil alunos de 90 escolas públicas de São Paulo estão tendo aulas com 114 professores reciclados através do projeto Ensino de Química para o Contexto do Ensino Médio.

• • •

A Fazenda Ipanema, em Iperó (SP), onde funcionou a **primeira siderúrgica brasileira**, será restaurada, graças a um convênio entre o governo federal, estadual e diversas prefeituras. Serão investidos cerca de R$ 4,5 milhões no local, onde três prédios correm risco de desabar. Os sítios históricos da fazenda foram declarados patrimônios históricos da siderurgia mundial em 1986.

Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) demonstrou que a taxa de **fecundidade** das adolescentes brasileiras cresceu. A tendência é mais forte na região Centro-Oeste, onde de cada mil mulheres entre 15 e 19 anos, 182 tiveram filhos nascidos vivos, segundo o último censo. No Sudeste, entre as jovens da mesma faixa etária de famílias com renda de mais de 10 salários mínimos, a taxa não passou dos nove para mil.

• • •

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desenvolveu método para prever as **cheias do Pantanal**, com até seis meses de antecedência. O método é baseado em probabilidades e considera dados registrados desde 1900. No ano passado, a previsão baseada no novo método indicou cheia de 5 a 5,5 m e o rio subiu 5,1 m.

• • •

A Unicamp está realizando pesquisa multidisciplinar para encontrar as propriedades antitumorais da **flora do cerrado** brasileiro. O estudo abrange desde a coleta das plantas até o preparo de extratos e testes em cultura de células de tumores sólidos humanos. Foram selecionadas 14 espécies de plantas e já estão sendo produzidos 50 extratos vegetais.

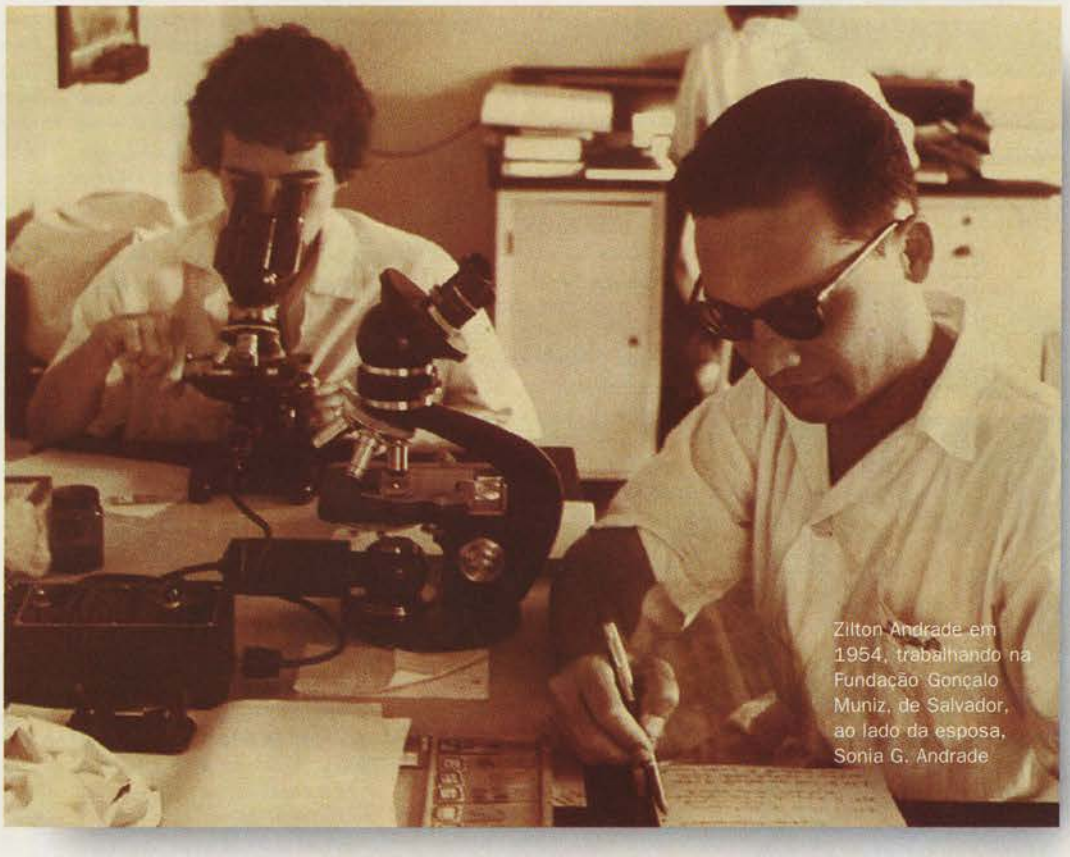
• • •

O Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, da Embrapa, lançou, em março, duas novas **variedades de soja** mais resistentes a doenças e de alta produtividade. Batizadas de Celeste e Carla, as duas variedades já são recomendadas para os agricultores da região dos cerrados e agora estão sendo testadas no Paraná e em São Paulo.

Zilton Andrade

Um dos pioneiros nas pesquisas sobre males endêmicos do país, como a doença de Chagas e a esquistossomose, com trabalhos publicados nas principais revistas científicas do mundo, o patologista baiano Zilton Andrade, 73 anos, ajudou a formar várias gerações de médicos e cientistas em seu estado. Praticamente fundou, ajudou a estruturar e depois dirigiu os primeiros laboratórios científicos instalados na Bahia, tanto na Universidade Federal da Bahia quanto em institutos de pesquisa, e por muito tempo atuou nas agências de financiamento à pesquisa do país. Andrade defende o regime de dedicação exclusiva para professores universitários, a avaliação dos cursos superiores e o retorno do mérito acadêmico como exigência básica para a ascensão na carreira docente e para o exercício do poder nas instituições de ensino superior, criticando o que chama de 'democratismo' na universidade.

Entrevista concedida a Caio Castilho, professor do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e representante de *Ciência Hoje* em Salvador, Eliane Elisa Azevedo, professora aposentada da UFBA e ex-vice-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência; Othon Jambeiro, professor da Faculdade de Comunicação da UFBA; e Marta Cury Maia, jornalista.



Zilton Andrade em 1954, trabalhando na Fundação Gonçalo Muniz, de Salvador, ao lado da esposa, Sonia G. Andrade

Podemos começar com uma auto-apresentação...

Nasci na cidade de Santo Antônio de Jesus, no interior da Bahia, em 14 de maio de 1924. Fiz o curso primário ali e o ginasial no Colégio Ipiranga, em Salvador. A decisão de estudar medicina foi motivada principalmente por minhas leituras pré-universitárias sobre ciência e sobre a vida de grandes cientistas. Lembro-me bem da impressão que me causou o livro *Caçadores de micróbios*, de Paul de Kruiff, grande sucesso na época. Tive certa decepção de início, porque na época o curso era muito discursivo, praticamente não havia pesquisas.

E quando essa situação mudou?

A chance de trabalhar em laboratório surgiu quando Otávio Mangabeira Filho fundou, em Salvador, um instituto de pesquisa semelhante ao Instituto Oswaldo Cruz, do Rio de Janeiro. Já estudante de medicina, candidatei-me a um concurso para técnico do laboratório. Fui aprovado nos testes, assumindo meu primeiro emprego. Quase como passo inicial para estabelecer o instituto, houve um curso de formação de pesquisadores. Entre os professores desse curso, iniciado em 1949, estava Samuel Pessoa. Assistir às suas aulas e seu trabalho foi algo definitivo na minha formação. Com ele, participei de minha primeira pesquisa, sobre a ocorrência de filariose em Salvador. Saíamos juntos à noite para coletar sangue dos moradores de um bairro da cidade. Aprendi muito nesse convívio. Vi seu entusiasmo, dedicação à pesquisa e seriedade, sua visão global do que é ciência, a noção de que deve ser feita em benefício do povo, e senti suas preocupações com problemas sociais. Vi em Samuel Pessoa um dos 'caçadores de micróbios'. Eu teria sido parasitologista, não fosse a necessidade do novo instituto de formar um patologista. Fui encarregado de preparar o laboratório que seria usado pelo professor Paulo Dacorso Filho, vindo do Rio de Janeiro, que daria o curso de patologia. Foi com ele que comecei a descobrir e a me maravilhar com a patologia.

O senhor foi pouco depois para o exterior...

Formei-me em 1950. Logo depois, Dacorso e Mangabeira Filho decidiram que eu deveria fazer um curso no exterior. Fui para a Universidade de Tulane, em New Orleans (Estados Unidos), onde fiz residência em patologia por quase dois anos. Na volta, encontrei o instituto em situação precária, com brigas internas. Aconselhado por Dacorso, transferi-me para a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, onde passei um ano (1956) e defendi minha tese de doutorado. Voltei à Bahia no início de 1957, a convite de Edgar Santos, e encontrei condições relativamente boas de trabalho, porque praticamente passei a chefiar o serviço de patologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, hoje Hospital Edgar Santos, e logo fui efetivado na função. Pude estabelecer uma rotina e linhas de pesquisas, com material humano e experimental. Fiz concursos para livre-docente em 1959 e para professor titular em 1974.

Zilton Andrade ao tomar posse na Academia de Medicina da Bahia, ao lado da esposa, Sonia G. Andrade

> Dizem que a universidade não reconhece quem dá assistência aos doentes, quem dá aulas ou faz a rotina laboratorial, enquanto quem 'se diverte' na pesquisa é comentado, fica em evidência, viaja, faz conferências. É uma visão deturpada. Todos os envolvidos em atividades universitárias devem fazer pesquisa

O hospital foi criado em 1948?

Exato. O primeiro chefe do serviço de patologia foi Raphaele Stigliani, que veio da Itália. Em seguida veio do México Franz Lichtenberg, que ficou pouco tempo e, ao sair, deixou em seu lugar Clarival Valadares. Quando voltei de Ribeirão Preto, ele praticamente me deu a chefia do serviço. Embora nominalmente eu não fosse chefe, tive toda a liberdade para estabelecer a rotina e a estrutura do serviço, em excelente convivência com Clarival e outro patologista, Jorge Studart. O titular de patologia era o professor José Coelho dos Santos, que curiosamente não chefiava o serviço

FOTOS CEDIDAS PELO ENTREVISTADO

Em 1972, o patologista recebeu o prêmio Alfred Zurzykowski, entregue pelo presidente da Academia Nacional de Medicina Leme Lopes

O controle da esquistossomose depende de medidas socioeconômicas, de decisões políticas. Quando a qualidade de vida melhora, ela tende a desaparecer, assim como qualquer doença parasitária

do setor. O catedrático ficava na faculdade do Terreiro e eu chefiava o serviço no hospital. Meu contrato com a universidade era renovado todo ano. Para trabalhar em tempo integral, eu tinha dois empregos no hospital: como professor de ensino superior e como médico, contratado por Edgar Santos.

Na época, não existia a figura da dedicação exclusiva. Isso foi criado para permitir que o senhor se dedicasse à pesquisa? Era uma espécie de arranjo?

Sim. Uma folha de pagamento saía pela reitoria e outra pelo Ministério da Educação. Fui um dos primeiros professores com dedicação exclusiva. Continuo achando a dedicação exclusiva indispensável, se quisermos restaurar a universidade. Pelo menos nas cadeiras básicas, todos os professores precisam ter tempo integral. Passei toda a minha vida sem outra atividade particular ou remunerada. Não me arrependo. Outros, que trabalhavam fora, às vezes tinham que se sacrificar muito mais do que eu. Recebiam mais dinheiro, mas não tinham a mesma facilidade de trabalho, de paciência e de calma para pesquisar e preparar as aulas. Sou partidário do tempo integral.

O senhor voltou outras vezes ao exterior?

Várias. Em 1960 e 1961 estive no Hospital Mount Sinai, em Nova York, com bolsa do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, trabalhando com um grande cientista, Hans Popper. Foi uma época muito produtiva, porque Popper era realmente um homem de ciência. Tenho voltado ao Mount Sinai para visitas curtas, e estive no Hospital New York, da Universidade de Cornell, por três meses. Depois acertamos um intercâmbio com a França e fui várias vezes, por curtos períodos, ao Instituto Pasteur, em Lyon. Esse intercâmbio continua até hoje.

E como surgiu o Centro de Pesquisas Gonçalo Muniz?

O centro é um núcleo regional da Fundação Oswaldo Cruz, do Ministério da Saúde, assim como o René Rachou, em Belo Horizonte, e o Aggeu Magalhães, em Recife, anteriores ao Gonçalo Muniz. Fui o primeiro diretor desse centro, de 1981 a 1990. No início, o centro era da Fiocruz, da Universidade da Bahia e do governo estadual. Depois, a Fiocruz assumiu a administração. Agora, está em fase de renovação física e científica. Novas pessoas foram contratadas, alunos de pós-graduação que estavam no exterior começam a voltar. O objetivo do centro é a pesquisa de doenças regionais, com grupos que trabalham no interior do estado e nos laboratórios. Está envolvido com o ensino, através da UFBA. Seu curso de pós-graduação em patologia humana é nível A, na avaliação da Capes, desde sua fundação. O Gonçalo Muniz também faz parte de um dos centros de excelência do Pronex [Programa de Núcleos de Excelência, do governo federal, que apóia os grupos de pesquisa científica mais destacados do país].

A Universidade Federal da Bahia foi criada em 1946, incorporando faculdades como as de direito, engenharia, filosofia... O senhor era aluno da faculdade de medicina. Como via a universidade e o próprio Edgar Santos?

Vivi um período em que havia grupos favoráveis e desfavoráveis a ele, e eu não pertencia a nenhum. Sempre tive grande admiração por Edgar

Santos e pelo que realizou. Foi uma grande vantagem para a Bahia ter na época um homem de seu porte. Desenvolveu não só a área médica, mas também áreas como música, teatro, dança. Por isso foi muito criticado. Diziam que era absurdo gastar dinheiro pondo pessoas para dançar e tocar flauta, que ele era megalomaníaco. Mas sua obra é extraordinária, idealista. Lutou por ela toda a vida, com capacidade de trabalho, inteligência e habilidade política.

Edgar Santos foi um marco na formação da universidade, mas curiosamente quem fez a reviravolta foi seu filho Roberto, não exatamente por vontade própria, mas por causa da reforma universitária de 1968. Como o senhor viu essa mudança?

Eu trabalhava em tempo integral e Roberto Santos era um dos estimuladores desse regime. Por isso, eu tinha muito contato com ele e com o grupo à sua volta. Mas ele se confundiu muito com os militares que haviam tomado o poder no país, o que deixava a gente um pouco paranóico, achando que em toda mudança existia o dedo de um militar. Para ser honesto, não posso comparar Roberto com Edgar, pois acho a obra do pai muito maior. Mas Roberto deu uma boa contribuição à universidade: estabeleceu o programa de residência e estimulou o tempo integral em uma época em que poucas pessoas falavam sobre isso. Também fazia pesquisa, e de bom nível. Mas sua atuação como reitor não pode ser comparada com o trabalho pioneiro e decisivo do pai.

Nesses 40 anos, que problemas de patologia humana mais o atraíram, e que idéias ou soluções surgiram desses trabalhos?

Meu interesse sempre esteve ligado às doenças parasitárias. Nas autópsias que fazia no Hospital das Clínicas predominavam casos da doença de Chagas e da forma grave da esquistossomose. Esses males monopolizaram minha atenção porque surgiam no dia-a-dia do trabalho e eram pouco conhecidos: muitas vezes eu procurava detalhes a respeito da patologia e não encontrava. Já existiam bons estudos, mas era necessária uma revisão profunda, com novos instrumentos e novas técnicas, para determinar a patologia dessas doenças. Aplicamos, por exemplo, técnicas de imunofluorescência e de microscopia eletrônica para estudar essas doenças e obtivemos resultados muito interessantes. Isso possibilitou a publicação de vários trabalhos e um intercâmbio com a Organização Mundial da Saúde (OMS). Por quase 10 anos trabalhei associado à OMS, integrando o comitê de doenças parasitárias. O intercâmbio que isso permitiu com cientistas de várias partes do mundo foi valioso não só como estímulo pessoal, mas como aprendizado. Acredito que esse estudo das doenças parasitárias, na época, era prioritário e precisava ser feito.

Entre suas publicações, quais considera mais relevantes para o entendimento do processo patológico dessas doenças?

Se eu tivesse que citar algum, começaria pelo estudo da modulação do granuloma na esquistossomose, que fiz com o norte-americano Kenneth Warren, quando ele estava na Bahia. Esse tema gerou enorme quantidade de trabalhos na literatura. Até hoje se estuda esse problema da modulação imunológica. Na esquistossomose, a reação ao ovo do *Schistosoma mansoni* [parasita causador da esquistossomose] é de início extensa e destrutiva para o próprio hospedeiro. Com o tempo, a reação torna-se menor, mais econômica, e essa modulação protege mais o hospedeiro. É parecido com o que ocorre na tuberculose, em que a reação do indivíduo à primeira infecção é, digamos, 'desastrada' e prejudicial. Depois, o organismo aprende a modular a lesão, a localizá-la, a torná-la mais fibrosante e mais lenta. Feito sem maiores pretensões, esse trabalho provoca até hoje um número impressionante de publicações a respeito dos fatores que atuam na modulação.

E qual a conseqüência desse trabalho para o controle da doença?

O estudo não visou controlar a doença. O controle depende de medidas socioeconômicas, de decisões políticas. Quando a qualidade de vida melhora, a esquistossomose tende a desaparecer, assim como qualquer doença parasitária. O uso de inseticidas contra o barbeiro, inseto transmissor da doença de Chagas, ilustra bem isso. Em áreas

Zilton Andrade no Instituto Oswaldo Cruz, durante sua primeira visita ao Rio de Janeiro, em 1949, quando ainda não tinha qualquer vínculo com a instituição

Zilton Andrade (foto recente) trabalhando no Centro de Pesquisas Gonçalo Muniz, da Fiocruz, em Salvador

Em toda parte existe uma relação direta entre ciência e dinheiro: países mais ricos fazem ciência melhor. A ciência do Nordeste reflete a maior pobreza da região

endêmicas, onde antes eram encontrados mil barbeiros em uma casa, hoje é preciso procurar em mil casas para achar um barbeiro! O impacto disso na transmissão da doença é extraordinário.

No Brasil, qual é a situação da esquistossomose?

É de melhoria. A incidência diminuiu muito e as formas graves estão sumindo. A doença de Chagas teve redução fantástica. Por outro lado, vemos surgir aqui e ali doenças como a leishmaniose. Com as populações pobres deixando o interior, por falta de reforma agrária, e formando cinturões de miséria em torno das cidades, aumenta a possibilidade de aparecer dengue, malária, febre amarela. Houve casos de calazar leishmaniose visceral periurbano. Se pensarmos em casos isolados, a situação do Brasil é contraditória. No panorama geral, porém, a situação melhorou bastante, mas não através de campanhas sanitárias, apesar da nossa grande tradição (desde os tempos de Oswaldo Cruz, passando pela erradicação da malária no Nordeste e da poliomielite nos dias atuais).

Como o senhor vê a universidade hoje e há 40 anos?

Na época em que eu trabalhava na universidade havia mais disciplina e hierarquia. O programa que os estudantes recebiam, no primeiro dia de aula, era cumprido. Da época da ditadura para cá houve um afrouxamento na universidade, algo que tenho chamado, e às vezes não causa uma impressão muito boa em quem me ouve, de 'democratismo'. A universidade é feita de pessoas desiguais e Rui Barbosa já dizia: "Tratar os desiguais com igualdade é desigualdade flagrante e não igualdade real. Os desiguais têm que ser tratados com desigualdade e à medida que se desigualam." Alguns dizem, por exemplo, que muitos fazem pesquisa porque têm dinheiro, vindo até do exterior, e que a universidade não dá nada. A universidade não tem que dar dinheiro diretamente para a pesquisa, mas deve dar o básico: biblioteca, biotério, oficina de reparos, bons laboratórios. O dinheiro para fazer pesquisa tem que ser batalhado, através da competição, como se faz na Capes, no CNPq etc. Hoje, o sistema dentro da universidade é distributivo. Não costuma ser seletivo, porque lá todos são 'democraticamente' iguais. Há professores que dão muitas aulas e há professores que faltam muito, mas na hora de considerar a categoria professor todos são iguais. É isso que chamo de 'democratismo'.

Esse modo de pensar encontrou muita resistência?

Em certa época eu publicava artigos na *Tribuna da Bahia*. Uma vez publiquei um artigo chamado *Democracia e democratite*. Fui convocado pela Associação dos Servidores da Universidade Federal da Bahia (ASSUFBA) para esclarecimentos e no início da sessão o ambiente era de grande animosidade. Quando a sessão terminou fui aplaudido, porque eles compreenderam meu ponto de vista: deve haver oportunidade igual para todos, mas não a distribuição das benesses, digamos assim, para os que querem produzir e os que não querem fazer nada. Escrevi um artigo sobre a avaliação na universidade muito antes que o problema surgisse. Sempre achei absurdo não existir avaliação sequer nos departamentos. As pessoas não querem ser avaliadas, associam avaliação com punição. Mas na universidade a avaliação é necessária.

Em sua volta, em 1957, a universidade tinha 11 anos, mas a faculdade de medicina era bem mais antiga, de 1808. Ainda hoje, na UFBA, há áreas com mais tradição de pesquisa que outras. Naquele tempo, só a faculdade de medicina tinha tradição de pesquisa?

Também na faculdade de medicina havia pouca pesquisa. Alguns grupos faziam alguma coisa, mas a grande maioria não pesquisava. Na época dizia-se que a faculdade existia para formar profissionais para cuidar de doentes, não para

fazer pesquisa, não para saber se o mosquito tal tem asa azul ou vermelha. Achava-se que o fundamental era ensinar os estudantes e que para isso não era preciso pesquisar, que essa 'diversão' caríssima era para países ricos. Eles não pensavam que, onde não há pesquisa, o professor se cansa em poucos anos de repetir a mesma coisa. Ele não renova seus conhecimentos e fica muito resistente ao novo. Fica reacionário, o que prejudica a formação dos jovens, porque o professor não aceita o novo se não estiver habituado a procurar o novo todo o tempo. Um laboratório que não faz pesquisa, só rotina, também fica em poucos anos com boa cota de obsolescência. Não se percebe que a pessoa que estuda um mosquito de asa azul ou vermelha não está diletantemente perdendo tempo. O fato de descobrir algo novo interessa pessoas à distância. Tais pessoas comunicam-se com ele para saber detalhes, iniciando a troca de informações. Essa troca se dá entre iguais: não há intercâmbio se um indivíduo está parado aqui e outro produz ciência lá fora. Quero dizer que a pesquisa vale não só pelo que descobre. Seus subprodutos interessam muito à universidade. Com a pesquisa vem a renovação, o interesse pelo que outros estão fazendo, o interesse maior no ensino, a renovação dos métodos, e até o desejo de ser avaliado e saber o que é preciso corrigir.

A institucionalização da pesquisa, com a reforma universitária de 1968, representou uma transformação?

Acho que sim. Antes, a pesquisa era procurada por quem tinha uma vocação especial, uma tendência. Hoje, com os cursos de pós-graduação, há um estímulo geral à pesquisa. Às vezes o estudante vai pouco a pouco entendendo o que é a pesquisa e se dedicando mais. Nesse sentido, a situação melhorou, mas isso não deve nos satisfazer. Ainda hoje há pessoas que perguntam: quem deve fazer pesquisa? Dizem que a universidade não reconhece quem dá assistência aos doentes, quem dá aulas ou faz a rotina laboratorial, enquanto quem 'se diverte' na pesquisa é comentado, fica em evidência, viaja, faz conferências. É uma visão deturpada. Todos os envolvidos em atividades universitárias devem fazer pesquisa. Tratar de doentes não impede que se faça pesquisa. Qualquer atividade, se o indivíduo tiver mentalidade de pesquisa, pode gerar pesquisa. Estamos na era da ciência, tudo está impregnado de metodologia científica. A universidade deve ser a matriz geradora dessa mentalidade.

O senhor diz que estamos na era da ciência, mas o chamado neo-obscurantismo parece estar ganhando força. Como o senhor vê isso?

Os extremos se tocam, não é? O Carl Sagan, em um de seus livros, fala dos demônios que andam à solta e faz uma defesa firme do conhecimento científico, mostrando que em todas as épocas o obscurantismo tenta conseguir adeptos. Hoje, por causa da ignorância a que as pessoas são relegadas, do grande número de analfabetos e semi-analfabetos, há uma tendência de o obscurantismo atrair esses indivíduos. Mas na minha opinião o que predomina, o que faz o mundo ir pra frente, o que está à frente de todo o progresso da humanidade, o que faz com que as pessoas vivam hoje 100 anos e mais ainda no futuro, o que diminui a mortalidade infantil são os conhecimentos científicos.

No período da ditadura militar, o senhor foi de algum modo atingido, embora fosse um cientista, com preocupações principalmente acadêmicas?

Não. Não fui particularmente atingido, apesar de coisas como o fato de meu nome ter sido vetado, em certa ocasião em que professores da faculdade iriam ser homenageados pelos médicos. Também tive um laboratório vasculhado. Em geral, não tive maiores problemas.

O senhor descobriu que um organismo invadido por algo estranho reage de forma violenta e só depois entra em fase de modulação. O 'democratismo' vigente hoje na universidade seria uma fase de modulação resultante da agressão da ditadura? A universidade ainda não voltou a um equilíbrio?

Zilton Andrade no 7° Congresso da Academia Internacional de Patologia, em 1968, em Milão (Itália), apresentando um trabalho

No Cairo (Egito), em 1972, durante reunião sobre as pesquisas em patologia renal da esquistossomose, com outros pesquisadores (na ordem: Allen W. Cheever, Anwar M. Elwi, Zilton Andrade e Mostafa Hashem)

É um ponto de vista interessante, e possível. Realmente, o princípio de que a toda ação corresponde uma reação contrária também se aplica às áreas biológica, social e política. Com a diferença de que a reação contrária muitas vezes é mais forte que a ação que a desencadeou. Mas o que analisei foram os prejuízos trazidos por esse 'democratismo' e não por que ele surgiu. Em certos momentos, tive a impressão de que era estimulado pela ditadura. Dizia-se que a ditadura não queria a democracia no país, mas estimulava essa democracia esdrúxula na universidade. Os catedráticos, que assim ou assado conseguiram passar em concursos públicos e mandavam e desmandavam, como barões feudais, foram substituídos por professores titulares. Estes pensavam ter todos os direitos e deveres dos catedráticos, mas não eram senhores absolutos, não eram os chefes. Vieram as eleições para chefe de departamento e em muitos casos foi eleito o mais simpático, o que bate no ombro do outro, que dá bom-dia a todo mundo, mesmo não tendo às vezes competência para chefiar ou estruturar um bom departamento. Acho que, na universidade, o que deve contar é a competência, demonstrada por uma escala de valores que inclua etapas, títulos, publicações etc. Essa estrutura não é novidade. Existe no mundo todo. Na universidade brasileira é que se decidiu pelo 'democratismo'.

O senhor defende que o mérito acadêmico determine o exercício do poder acadêmico?

Exatamente. É a 'meritocracia'. Acho que a restauração da universidade passa pelo regime de dedicação exclusiva e pelo mérito.

Como o senhor avalia a história das agências brasileiras de financiamento à pesquisa, estaduais e federais?

Acho que, das fundações estaduais, a Fapesp é a única que ficou bem estruturada. Tem um grande sucesso porque apenas 5% do dinheiro fica para a administração e o resto vai para a ciência. Sobre outras agências estaduais eu sei pouco. Na Bahia, o governo ainda não decidiu criar alguma fundação de amparo à pesquisa. Espero que um dia isso ocorra. Quanto às instituições federais, sempre fui beneficiado pelo CNPq. Solicitei auxílio para meus estudos e bolsas para meus orientandos e participei de comitês assessores. Mesmo durante a ditadura o CNPq teve atuação muito positiva – na minha área, inclusive, criou o Programa Integrado de Doenças Endêmicas (Pide). O programa visava estudar as doenças tropicais de alta incidência no Brasil, era dirigido por pessoas de alta qualificação e mudou o nível da pesquisa nessa área. Depois, como tudo no Brasil, parou. A fundação do CNPq trouxe muitos benefícios, mas muita coisa poderia ser corrigida. Talvez seja gasta uma verba excessiva em administração. Outro problema é a falta de avaliação das bolsas e de outros programas. Às vezes quem recebe bolsa ou auxílio manda apenas um relatório próforma. Esse relatório é arquivado e a comunidade não fica sabendo o que está ocorrendo. A burocracia também é um obstáculo. Temos agora o Pronex, programa que pretende criar 150 grupos de excelência no país, de mais alta qualificação. A seleção tem sido muito rigorosa e os projetos apresentados muito bons. Há um estímulo muito grande. Espero que não falte dinheiro. Ter centros de referência em pesquisa científica é uma idéia muito positiva, mesmo que de início eles fiquem um pouco concentrados no Rio, em

São Paulo e em Minas Gerais. Acho que esse é um projeto vitorioso, embora tenha pouco tempo de funcionamento. A Capes também tem tido um papel positivo.

Hoje, qualquer programa ou índice do CNPq mostra que 70% ou pouco menos dos beneficiados estão no eixo Rio-São Paulo. Muitos que tentam fazer pesquisa no Nordeste reclamam que as agências não os tratam com igualdade. Como o senhor vê essa questão? Há um tratamento desigual ou não?

Na época em que trabalhei nos comitês assessores, nunca percebi isso. Mas é preciso ver que a ciência tem uma relação positiva com o desenvolvimento econômico. As áreas mais ricas produzem melhor ciência, estão mais bem estruturadas. Por exemplo: os projetos elaborados em São Paulo, onde a Fapesp representa um estímulo muito grande, são mais bem elaborados, são feitos por indivíduos que já têm publicações, que já atuam há muito na área. A competição, portanto, é difícil, mas não é criada pelo Pronex ou pelo CNPq. Ela existe porque o país é assim. Em toda parte existe uma relação direta entre ciência e dinheiro: países mais ricos fazem ciência melhor. A ciência do Nordeste reflete a maior pobreza da região. Muitos grupos, exceto os mais experientes, apresentam projetos que parecem, digamos, ingênuos. No CNPq, um bom projeto apresentado por instituições nordestinas causava um misto de admiração e simpatia nos comitês assessores.

Como o senhor vê, nos aspectos científicos e éticos, realizações como a clonagem de uma ovelha, especialmente em face da possibilidade de clonagem do ser humano?

Do ponto de vista da técnica científica, ainda há um grande caminho a ser percorrido até se pensar em clonagem humana. A dificuldade é imensa, mas pode-se acreditar que um dia isso será possível. A questão que nasce daí deve ser debatida à medida que os resultados tornem mais próxima essa possibilidade, mas não acho que esse tipo de pesquisa traga malefícios para a humanidade. Sempre que a ciência progride, mesmo com uma face ruim, como no caso da bomba atômica, muitos aspectos positivos podem ser explorados para o bem da humanidade. Medidas que proíbam pesquisas sobre clonagem seriam extremamente prejudiciais.

O senhor acha que não deve haver limites para a experimentação?

Pessoas engajadas em ciência, que procuram fazer ciência e vencer etapas em uma área complexa e delicada como essa, já têm – da minha parte – um crédito de confiança. Desconfio da idéia de proibir alguma coisa: a emenda pode sair pior do que o soneto. Acho que a ciência deve ser livre.

Permitir total liberdade de experimentação não põe as pessoas a serviço do conhecimento e não, como deve ser, o conhecimento a serviço das pessoas?

Talvez nosso ponto de vista coincida, no sentido de que a ciência deve ser feita com ética, principalmente quando se trata de seres humanos. Isso está fora de dúvida. O que me preocupa é a idéia de proibir alguma coisa na área científica. As perguntas principais seriam: Quem vai proibir? Proibir o quê? Essa decisão pode envolver os piores instintos humanos, como inveja, obscurantismo, perseguição política, racial ou religiosa. Há muitos exemplos na história da ciência.

Reunião do programa de pesquisa de doenças tropicais da Organização Mundial de Saúde, em 1982, em Genebra (Suíça) – Zilton Andrade é o primeiro à esquerda

COQUEIRO-CABEÇUDO

PALMEIRA DO SERTÃO

Embora muito explorado, o coqueiro-cabeçudo é pouco conhecido

O coqueiro-cabeçudo, variedade da espécie Butia capitata *presente no Planalto Central, é uma das mais importantes palmeiras da região. Os frutos, as sementes e o palmito são comestíveis e das folhas podem ser feitos cestos e outros objetos. A fauna que depende dessa palmeira como fonte de alimento e abrigo é grande e variada. Apesar disso, praticamente só é conhecida em sua área de ocorrência, onde o desmatamento vem destruindo suas populações. A proteção desse coqueiro depende de maior conhecimento sobre sua biologia e ecologia, tema deste trabalho. Por* **Benedito Alísio da Silva Pereira**, *Divisão de Geociências do Sul, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.*

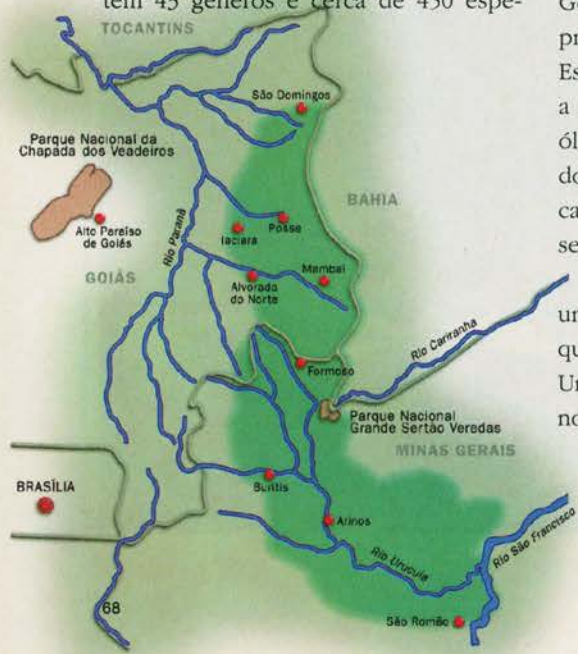
No interior da região dos cerrados, no Planalto Central brasileiro, há 12 gêneros e em torno de 25 espécies de palmeiras, enquanto em todo o país existem 43 gêneros e cerca de 450 espécies. Apesar do pequeno número de espécies, essa família é uma das mais importantes na região, por existir em todos os tipos de habitat, apresentar-se sob diferentes formas biológicas e ter papel de destaque nos ecossistemas.

Muitas dessas palmeiras têm grande valor econômico, como o babaçu ou indiaiá (gênero *Attalea*), a macaúba (*Acrocomia aculeata*), a guariroba (*Syagrus oleracea*) e o buriti (*Mauritia vinifera*), que fornecem alimento, material de construção, fibras para usos diversos e combustível. Algumas já começam a ser cultivadas com fins comerciais. Em Goiás há plantações de guariroba, que produz um palmito muito apreciado. Estudos apontam futuro idêntico para a macaúba, por causa da qualidade do óleo extraído da semente e da polpa do fruto e do poder calorífico do endocarpo (a estrutura lenhosa que aloja as sementes).

O coqueiro-cabeçudo ocorre em uma faixa de cerca de 400 por 60 km que vai dos sertões do baixo vale do rio Urucuia e nascentes do rio Cariranha, no noroeste de Minas Gerais, até o município de São Domingos, no vale do rio Paranã, no nordeste de Goiás. Alcança, portanto, as bacias do São Francisco e do Tocantins. A presença no alto vale do Cariranha indica que pode existir também no sudoeste da Bahia, embora não seja citada em estudos sobre palmeiras desse estado. Relatos de 1840 citam uma palmeira 'cabeçuda' entre os municípios de Natividade e Arraias (em Tocantins), mas até hoje não foi confirmado se é a mesma espécie.

Coqueiro-cabeçudo é o nome que a espécie recebe em Minas Gerais. Em Goiás, é chamada coco-azedinho. Colonos sulistas a conhecem como butiá, pela semelhança com espécies e variedades do gênero *Butia* existentes no sul do país que levam esse nome. Foi descrita em 1826 pelo botânico alemão Karl von Martius, com o nome de *Cocos capitata*, a partir de material coletado em Minas Gerais. Em 1882, o alemão Oscar Drude ampliou as informações sobre a espécie. O nome atual (*Butia capitata*, variedade *capitata*) surgiu com a criação do gênero *Butia* em 1916, pelo italiano Odoardo Beccari, para agrupar espécies de *Cocos* com espinhos no pecíolo.

Segundo Drude, a espécie ocorria "dos campos de Minas Gerais e Goiás



Área de ocorrência conhecida da espécie, no Planalto Central

até o Rio Grande do Sul". Em 1908, o botânico brasileiro João Barbosa Rodrigues tratou as palmeiras do sul do país confundidas com o coqueiro-cabeçudo como espécies distintas (*B. odorata* e *B. pulposa*). Mais tarde, porém, Beccari reafirmou que havia apenas uma espécie (*B. capitata*), representada no centro do Brasil pela variedade *capitata*e no sul pelas variedades *odorata* e *pulposa*. Embora descrita há mais de 150 anos e muito explorada, a palmeira é pouco conhecida, até por estudiosos do cerrado. As informações sobre ela ainda são basicamente as de Drude. Agora, pesquisas de campo feitas em vários períodos, desde 1994, permitiram reunir novos dados.

Robusto e sempre verde

O coqueiro-cabeçudo tem tronco simples, em geral ereto, com até 4 m de altura e 20 cm de diâmetro. Como toda palmeira, é sempre verde. As folhas nascem em várias épocas do ano (em especial nos meses anteriores à estação chuvosa), crescem rápido, duram anos e podem atingir 2 m de comprimento. Longo e robusto, o pecíolo (haste que liga a folha ao caule) tem espinhos curvos em seus bordos, onde também cresce material fibroso. Ao envelhecer, as folhas secam e quebram-se, deixando parte do pecíolo ligada ao tronco. Tais restos diminuem de tamanho aos poucos, pelo apodrecimento e pela queima periódica, mas jamais caem, mantendo o tronco revestido de 'pontas'. Junto à copa, onde as pontas são mais novas e mais compridas, o conjunto lembra uma cabeça, o que originou o nome popular da espécie.

A floração concentra-se em maio e junho e, secundariamente, em outubro e novembro, mas plantas floridas são vistas quase o ano todo. Os frutos amadurecem de cinco a seis meses após o florescimento, sendo outubro e novembro considerado o período de safra. Em geral, o coqueiro-cabeçudo começa a florescer e frutificar assim que o tronco atinge alguns decímetros de altura, o que acontece entre oito e 10 anos de idade. Em média, cada planta produz quatro cachos por florada, mas algumas produzem até sete cachos em um ano. Um cacho médio tem entre 400 e 500 frutos.

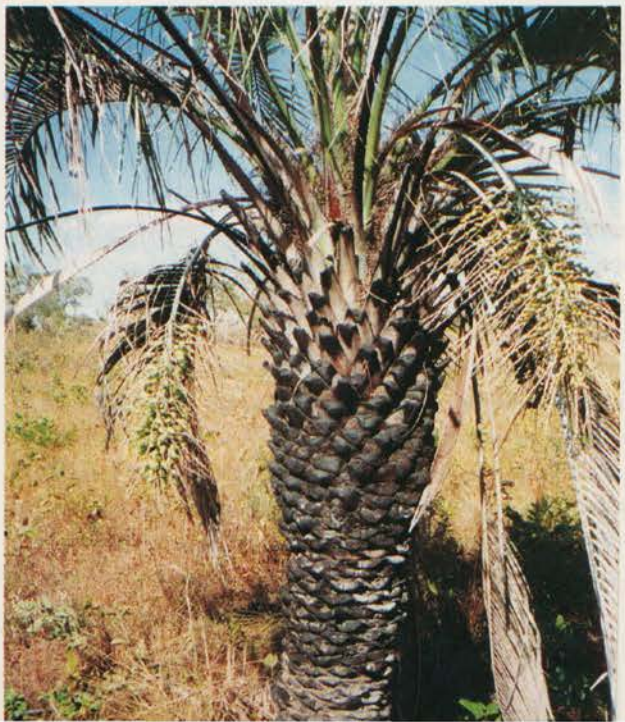
A floração das palmeiras se dá em uma estrutura (espádice) protegida por uma 'capa' lenhosa e lisa (espata). No coqueiro-cabeçudo, o espádice atinge 1 m: as flores femininas (três estigmas) ficam nas bases e as masculinas (seis estames) nas pontas dos râmulos. Todas as flores são amarelas, medem menos de 1 cm e têm três sépalas e três pétalas. Os frutos, ovalados, têm em geral 3,5 cm de comprimento por até 2,5 cm de diâmetro. Maduros, são amarelos ou alaranjados, muito aromáticos e suculentos. O endocarpo, duro e lenhoso, contém uma semente de cerca de 1,5 cm, com tecido interno branco, oleaginoso e nutritivo.

A área de ocorrência do coqueiro-cabeçudo faz parte do cerrado ou 'savana brasileira', de clima tipicamente sazonal, com um período chuvoso (outubro a abril) e outro seco (maio a setembro), relevo variando de plano a ondulado, altitude entre 500 e 1.000 m e vários tipos de solo. A palmeira é encontrada em formas mais desenvolvidas de cerrado e nas bordas de florestas de galeria (nas margens dos rios). É mais abundante em vales que em altas encostas e tabuleiros, e ocupa rapidamente, em solos férteis, as clareiras abertas pela retirada da vegetação original.

Resistente ao fogo

A capacidade de sobreviver a incêndios parece dar a essa palmeira vantagem na competição com outras plantas. Ao que tudo indica, os restos de pecíolos em torno do tronco atuam como um isolante, evitando que a alta temperatura danifique tecidos vitais. No entanto, quando o fogo atinge o coqueiro na floração ou na frutificação, o estoque de alimentos para a fauna sofre grande impacto.

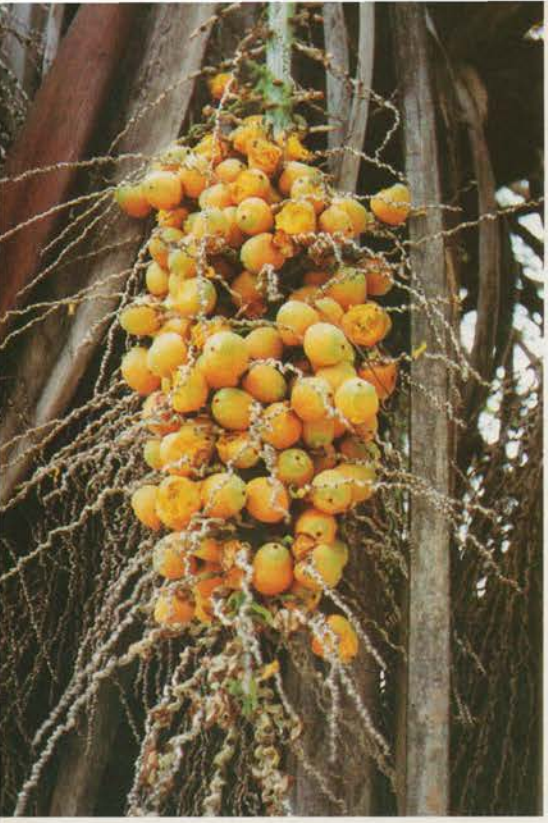
A importância da espécie para os animais é clara. As flores atraem insetos,



Tronco de indivíduo adulto, recoberto de restos de pecíolos (à esquerda)

Inflorescência, mostrando a espata e o espádice com as flores (abaixo)

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR



Cacho com frutos maduros, de polpa aromática e saborosa

em especial abelhas, vespas e marimbondos. A polpa dos frutos maduros é consumida nos cachos por papagaios, periquitos e outras aves. Macacos os apanham nos cachos e no chão e comem a polpa e a semente. Moradores afirmam, porém, que os maiores consumidores de frutos caídos são o lobo-guará (*Chrysocyon bachyurus*), o cachorro-do-mato (*Dusicyon sp.*) e roedores. Estes quebram os frutos e comem a semente, mas os outros dois engolem o fruto inteiro e eliminam o endocarpo longe da planta-mãe, dispersando as sementes. Morcegos que comem frutos maduros também ajudam a disseminar a espécie. *B. capitata* ainda abriga vários pequenos animais e hospeda com freqüência outras plantas, como orquídeas e samambaias.

Suco, sorvete e geléia

Vários produtos são obtidos dessa palmeira. O principal é um fruto, carnoso e de sabor levemente ácido. A polpa, considerada rica em vitaminas, carboidratos e sais minerais, é saboreada ao natural ou nas formas de suco, sorvete e geléia, e dela se faz licor e doce em compota. É comum na região a infusão dos frutos na cachaça. Também saborosas, as sementes contêm óleo de uso culinário, e o farelo resultante da extração do óleo serve como ração para aves. Outro produto, o palmito, forma-se sob a coroa de folhas vivas e pesa cerca de 400 g, mas é pouco aproveitado, pois o sertanejo evita sacrificar a palmeira para retirá-lo.

As folhas, usadas para cobrir ranchos e fabricar cestos, também fornecem uma fibra fina e resistente, empregada em cordas e estofados. O aspecto curioso permite o uso da palmeira como planta ornamental. Outras palmeiras do mesmo gênero já são cultivadas no sul do Brasil, Estados Unidos e Europa, mas o coqueiro-cabeçudo continua esquecido em sua própria área de ocorrência. Os raros exemplares plantados resistem bem a pragas e doenças e produzem tanto quanto os coqueiros nativos.

A espécie propaga-se por sementes, ainda pouco estudadas. Os métodos atuais (plantio de sementes no chão ou em recipientes com qualquer substrato) prejudicam as iniciativas de cultivo. A taxa de germinação é inferior a 10% e as plântulas demoram seis meses para emergir. Tais índices baixos de germinação, comuns em palmeiras, podem ser melhorados com técnicas adequadas, como a do 'saco transparente'. Essa técnica apresentou bons resultados para outras palmeiras: sementes novas (com endocarpo) limpas e tratadas com fungicidas são postas em um saco plástico transparente preenchido até a metade com turfa e areia de rio misturadas em proporções iguais e depois fechado, deixando-se bom espaço para retenção de umidade e calor. As sementes germinam de modo mais uniforme e em tempo mais curto.

Uma alternativa é o transplantio de exemplares do campo para a área de cultivo, que permite escolher plantas grandes e com as características desejadas. É preciso retirar a muda com um bloco de terra grande o suficiente para conter a maior parte das raízes e manter o solo sempre úmido e as mudas protegidas do sol. Outra alternativa, que exige aparato laboratorial e conhecimentos técnicos, é a obtenção de mudas por meio da cultura de tecidos, como já se faz com outras espécies de palmeiras.

Conservar é preciso

Os habitats do coqueiro-cabeçudo começaram a ser desmatados há mais de um século. Até os anos 60, a vegetação era retirada manualmente e a maioria das terras transformadas em pastagens, o que permitia preservar plantas de algum interesse ou difíceis de cortar. Enquadrada nos dois casos, a espécie era sempre mantida, e a falta de competição com outras plantas favorecia a reprodução. Os indivíduos novos eram também mantidos e muitas vezes favorecidos pela roçagem periódica. Assim, o coqueiro-cabeçudo tornou-se abundante em muitas partes da área.

Nas últimas décadas, porém, com a introdução do desmatamento mecanizado, as derrubadas deixaram de ser seletivas e passaram a eliminar todos os exemplares do coqueiro-cabeçudo. Sem remanescentes que possam colonizar novas clareiras, as populações da espécie vêm diminuindo depressa, em tamanho e em número. Hoje, a palmeira só está legalmente protegida no Parque Nacional Grande Sertão Veredas (nas nascentes do rio Cariranha, em Minas Gerais), onde, aliás, é representada por poucas populações.

A preservação da espécie está nas mãos dos fazendeiros, já que as ameaças principais a ela são a renovação das pastagens através de técnicas mecanizadas e a substituição de pastos por lavouras anuais. Muitos deles compreendem a importância de evitar a extinção dessa palmeira e alguns até a preservam, de algum modo, mas é necessário um trabalho maior de conscientização da população regional, para aumentar as chances de sobrevivência do coqueiro-cabeçudo.

O avanço das formigas urbanas

Construções malfeitas e controle inadequado facilitam infestação das cidades

A presença de formigas em casas e apartamentos, incomodando os moradores e às vezes danificando instalações e equipamentos (como aparelhos de som e computadores), tem atraído a atenção dos meios de comunicação. A grande infestação e a dificuldade de combate a esses insetos assusta as pessoas e, em alguns casos, as reportagens chegam a falar em uma invasão das cidades, provocada pela destruição dos ambientes naturais habitados por eles. Saber se essa visão está correta ou não depende do esclarecimento de algumas questões importantes. Afinal, quais são as formigas urbanas? Elas realmente danificam equipamentos elétricos? Causam problemas de saúde pública? Sua população está aumentando? Como evitar a infestação em residências e prédios públicos?

Como qualquer ambiente natural, construções artificiais podem ser exploradas e colonizadas por algumas espécies de formigas capazes de se associar ao homem. Estudos feitos no estado de São Paulo mostram que as espécies exóticas – trazidas de outros continentes – são as mais encontradas em áreas urbanas, principalmente algumas de origem africana, como a formiga-louca (*Paratrechina longicornis*) e a formiga-fantasma (*Tapinoma melanocephalum*) (figuras 1 e 2). Outras formigas 'estrangeiras', como *Monomorium floricola*, formiga-do-faraó (*Monomorium pharaonis*) e formiga-cabeçuda (*Pheidole megacephala*), também ocorrem, com menor freqüência (figura 3).

Mas certas formigas nativas também podem freqüentar prédios e residências, como pixixica (*Wasmannia auropunctata*), formiga-argentina (*Linepithema humile*) e várias espécies dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Crematogaster*. Coletas e entrevistas com moradores de áreas infestadas, no entanto, não deixam dúvida: as formigas que mais incomodam não são as nativas (figura 4).

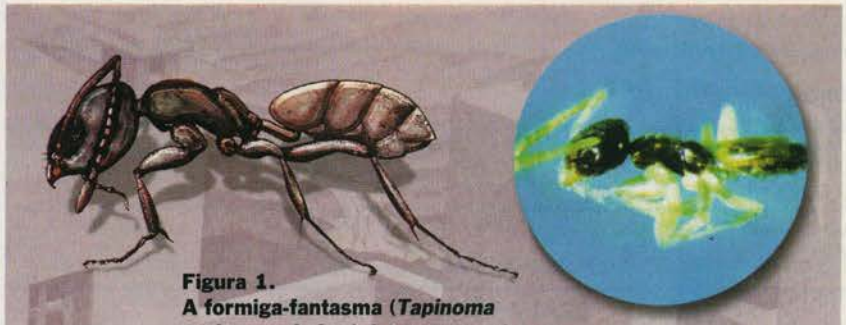


Figura 1.
A formiga-fantasma (*Tapinoma melanocephalum*) é a menor entre as espécies encontradas em residências

Figura 2. A formiga-louca (*Paratrechina longicornis*), também muito pequena, pode fazer colônias em espaços mínimos

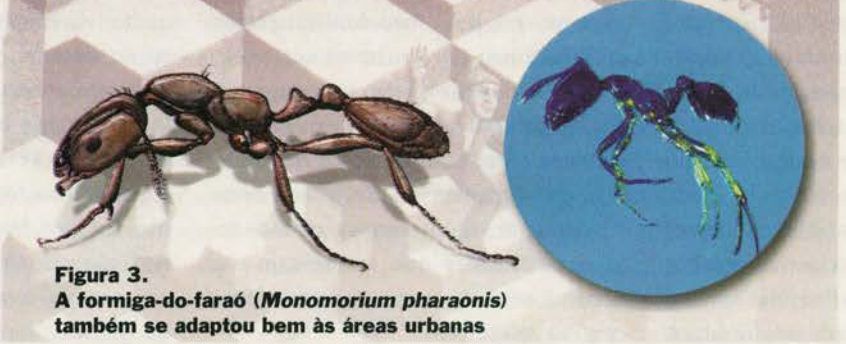


Figura 3.
A formiga-do-faraó (*Monomorium pharaonis*) também se adaptou bem às áreas urbanas

Risco para aparelhos elétricos

A maioria das espécies urbanas é extremamente pequena: a formiga-fantasma tem entre 1,3 e 1,6 mm de comprimento, a formiga-do-faraó entre 1,6 e 1,8 mm e a formiga-louca entre 2 e 2,2 mm. Por isso, constroem seus ninhos com facilidade em espaços vazios atrás de azulejos e rodapés, em vasos de plantas e mesmo em equipamentos elétricos (geladeiras, fornos de microondas, telefones, televisões,

ESPÉCIE DE FORMIGA	PERCENTAGEM DE OCORRÊNCIA EM TODAS AS ESTRUTURAS ANALISADAS	PERCENTAGEM DE DE OCORRÊNCIA NA CASA DO VIZINHO (N = 339)	PERCENTAGEM DE DE OCORRÊNCIA NO APARTAMENTO DO VIZINHO (N = 88)
Tapinoma melanocephalum	53	82	77
Paratrechina longicornis	67	59	92
Crematogaster sp.	18	21	12
Pheidole sp. 1	14	63	2
Pheidole sp. 2	9	48	2
Wasmannia auropunctata	6	22	2
Linepithema humile	2	33	2
Monomorium floricola	38	67	60
Outras	22	4	15

Figura 4. Formigas presentes em casas, apartamentos, prédios públicos e fábricas nas cidades de Rio Claro, Araras, Piracicaba, Botucatu e Campinas (todas em São Paulo)

vídeos, aparelhos de som, microcomputadores e outros). A infestação em tais equipamentos é comum, principalmente em regiões com maior variação térmica durante o ano, porque o ambiente é protegido e aquecido pela corrente elétrica, atraindo as formigas. Além disso, embora ainda não se saiba a razão, as formigas são atraídas pelo próprio campo elétrico, mas não por campos magnéticos. A grande concentração de formigas aumenta o risco de curtos-circuitos nos sistemas elétricos e a construção do ninho, ao aumentar a umidade, pode danificar os aparelhos. Muitos desses problemas seriam resolvidos se as fábricas instalassem malhas finas nas ventilações, para evitar a entrada das formigas.

Esses insetos podem causar problemas mais sérios quando ocorrem em fábricas de alimentos ou equipamentos, restaurantes, escritórios, instituições de pesquisa, biotérios, zoológicos, museus, cabines de eletricidade e centrais telefônicas. Em algumas regiões dos Estados Unidos, por exemplo, as formigas são responsáveis pelo mau funcionamento de semáforos, por causarem curtos-circuitos. No Brasil, elas têm sido encontradas, em grande quantidade, em sistemas elétricos e em equipamentos de indústrias de alimentos ou de outros bens. Obviamente, sua presença é mais danosa em atividades que apresentam alta dependência de computadores, como centrais telefônicas.

Infestação em hospitais

Em residências, a presença de formigas não é considerada um perigo potencial para a saúde, a menos que os moradores sofram de alergia, embora incomodem bastante. Mas elas afetam a saúde pública quando a infestação se dá em hospitais: como tais insetos movimentam-se muito, explorando o ambiente em que se encontram, podem transportar microorganismos causadores de doenças (ver 'Formigas nos hospitais', em *Ciência Hoje* nº 111). O fato foi a princípio registrado na Inglaterra, na Alemanha e nos Estados Unidos, e posteriormente no Chile e no Brasil. Nos países situados em regiões temperadas ocorrem uma ou poucas espécies de formigas em

edifícios urbanos, mas no Brasil mais de duas dezenas de espécies são observadas nesses locais. Assim, existe grande diversidade de espécies também nos hospitais, o que torna muito complexo o seu controle: se uma espécie é eliminada, outra ocupa o espaço vazio criado.

Levantamentos feitos em cerca de 20 hospitais brasileiros, de diferentes tamanhos, revelaram a presença de várias espécies de formigas (de 10 a 23), com a predominância de uma delas, em geral uma espécie exótica (principalmente *Tapinoma melanocephalum* ou *Paratrechina longicornis*). Mas essa predominância pode ser rapidamente alterada. Também foi constatada a presença de bactérias patogênicas em 15% a 20% das formigas coletadas em um grande hospital do Sudeste. As alas hospitalares com maiores índices de infestação foram berçários e unidades de terapia intensiva (UTIs).

Os problemas com formigas estão aumentando? Não há dados para afirmar que a população de espécies urbanas vem crescendo, mas uma coisa é certa: as formigas não estão abandonando áreas naturais degradadas e mudando-se para as cidades. Muitas das espécies do campo estão em sérios apuros, porque não conseguem conviver com o homem e com as modificações ambientais que ele produz. Já espécies associadas ao homem podem apresentar aumento drástico de sua densidade populacional. Em alguns prédios públicos estudados permanentemente no estado de São Paulo a ocupação do espaço por formigas aumentou entre 20% e 30% nos últimos seis anos. O aumento decorre da presença de poucas espécies, geralmente uma das exóticas.

A mesma coisa pode ocorrer em casas e prédios de apartamentos. Estes têm problemas maiores pois são ligados por tubulações de água e de eletricidade, e porque alguns fatores nas construções atuais favorecem a infestação, criando locais apropriados para os ninhos das formigas: uso de tijolos furados (e não maciços), espaços sem massa sob azulejos e outros. A infestação tem como causa principal a própria construção, mas é também favorecida pela biologia desses insetos, que mudam constantemente seus ninhos de lugar, e pela atividade do homem, que as transporta acidentalmente de um local para outro. Em casas conjugadas, a disseminação também é fácil.

Controle inadequado

A maioria dos esforços para o controle de formigas em áreas urbanas tem mostrado efeitos apenas temporários. Em muitos casos, o controle acarreta outros danos para o ambiente ou contribui para aumentar a população das formigas. Isso acontece porque as espécies urbanas mais comuns têm várias rainhas (figura 5) e não há luta entre operárias de colônias próximas. Assim, o uso de inseticidas tradicionais, especialmente os aerosóis usados contra baratas e mosquitos, inadequados para o combate às formigas, leva à maior divisão das colônias e à produção de novas rainhas. Mesmo quando feito por empresas de dedetização (que apesar do nome não usam mais o DDT), esse combate pode resultar em aumento da infestação. Além disso, o uso desses produtos pode induzir maior resistência, aumentando ainda mais a população das espécies que incomodam o homem. O controle pode ser feito com alguns produtos em forma de iscas existentes no mercado mundial, mas os mais promissores são os que inibem o crescimento dos insetos, ainda na fase de larva.

CEDIDA PELOS AUTORES

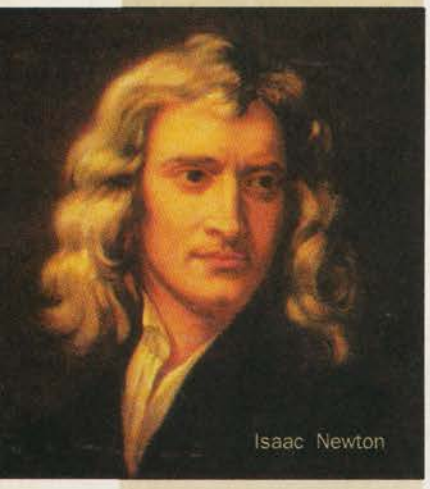
Figura 5. As colônias da formiga-do-faraó têm muitas rainhas (maiores e mais escuras), o que facilita a disseminação

Harold G. Fowler
Odair C. Bueno
Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP)

Há 300 anos

O pêndulo e a Paraíba

Newton citou estudo feito no Brasil


Isaac Newton

No final do século XVII, a ciência – em especial a física – vivia um dos principais momentos de sua história, com o debate em torno das idéias lançadas por um inglês chamado Isaac Newton (1642-1727). Suas teorias, em particular a da existência de uma força de atração entre os corpos materiais (a gravitação), mudaram os rumos do conhecimento humano.

Tudo aconteceu basicamente na Europa, mas algumas propostas do matemático e físico levaram a experiências em outras regiões do mundo. A viagem do francês Pierre Couplet ao Brasil colonial, há exatos 300 anos, encaixa-se nesse quadro e assinala uma data histórica: é provável que tenha sido a primeira experiência na área da física realizada em território brasileiro.

Entre os motivos que trouxeram Couplet a Recife e Olinda e à Vila da Paraíba (hoje João Pessoa) estavam experiências citadas por Newton na primeira edição (1687) de seu famoso livro *Philosophiae naturalis principia mathematica* (*Princípios matemáticos da filosofia natural*), sobre o uso do pêndulo para calcular e comparar a aceleração da gravidade em diferentes pontos da Terra (Livro III, proposição XX). Com base em tais medições, realizadas em regiões distantes, os astrônomos da época foram descobrindo, como escreveu o próprio Newton, "que os relógios de pêndulo movem-se mais lentamente próximo do Equador do que em outros climas".

As medições com o pêndulo serviriam também para testar a teoria de Newton de que a Terra não seria perfeitamente esférica, mas achatada nos pólos, em função da lei newtoniana de atração gravitacional e da aceleração centrífuga causada pela rotação do planeta. Para o francês René Descartes (1596-1650), a Terra teria a forma de um melão, mas segundo o modelo de Newton ela seria achatada nos pólos, como uma laranja. O achatamento da Terra poderia ser medido indiretamente pelo valor do período do pêndulo (tempo em que completa uma oscilação).

Esse era o instrumento mais adequado para verificar a 'alteração do peso' com a latitude, já que, como havia descoberto o italiano Galileu Galilei (1564-1642), o período do pêndulo varia com o valor da aceleração gravitacional. Assim, a comparação dos diferentes períodos medidos e das latitudes dessas medições permitiria comprovar ou desmentir o achatamento da Terra.

O lugar de Couplet na história

Embora na época as viagens a regiões mais próximas do Equador fossem longas e difíceis, as experiências com o pêndulo continuaram a ser realizadas. Newton acrescentou os dados obtidos por algumas delas à segunda (1713) e à terceira (1727) edições de seu livro, para mostrar que confirmavam suas previsões. Entre as experiências citadas estavam as que Pierre Couplet fez na Paraíba em 1698, patrocinadas pela Academia Real de Ciências da França. As imprecisas medições do viajante foram criticadas por Newton – "são tão grosseiras que não podemos confiar nelas" –, mas ainda assim essa citação, em um dos grandes livros da história da humanidade, faz da experiência paraibana um momento especial.

Nascido entre 1667 e 1675, Pierre Couplet de Tartreaux ingressou muito jovem na Academia Real de Ciências, onde seu pai, Claude-Antoine Couplet, lecionava matemática e era tesoureiro. Como era comum na época, acabou sucedendo ao pai nos dois cargos e ainda no de tesoureiro do Observatório de Paris. Após o ingresso, assistiu às assembléias por alguns anos e decidiu viajar para fazer medições geográficas e outras experiências científicas. Escolheu as Índias Ocidentais, ainda pouco conhecidas, pois ali "poderia ser mais útil para o progresso da geografia".

Foi para Portugal, onde permaneceu algum tempo para aprender a língua, e depois viajou para o Brasil. Em sua comunicação à Academia, o próprio Couplet resume: "Tendo encontrado uma ocasião de ir ao Brasil, aí fui e passei mais de três meses, tanto na Paraíba como em

ILUSTRAÇÃO EXTRAÍDA DE *NEWTON: UNDERSTANDING THE COSMOS*

A Academia Real de Ciências da França patrocinou a viagem de Couplet à Paraíba

Olinda e Pernambuco, de onde, depois de ter feito uma quantidade de observações de geografia, de física e de astronomia, voltei a Portugal." Na volta para a França, após dois anos e meio de ausência, o navio em que viajava naufragou na costa francesa, em novembro de 1699, e ele perdeu todos os livros, instrumentos e anotações. Mais tarde, produziu alguns trabalhos nas áreas de engenharia, mecânica e hidráulica, sem maior destaque.

As experiências no Brasil

Após desembarcar na Paraíba, em março de 1698, Couplet, atrapalhado pelo céu encoberto, gastou mais de um mês para regular seu relógio de pêndulo, acertando-o para coincidir com o movimento médio do Sol. Ele determinou a latitude da Vila da Paraíba (a atual capital paraibana, João Pessoa) em 6°58'18", quando o valor hoje reconhecido é de 7°10'. Fez medidas também da direção do campo magnético, usando uma agulha imantada.

Sobre as medidas do comprimento do pêndulo feitas, o próprio Couplet revelou: "De início, coloquei o pêndulo no estado em que estava quando parti de Paris, e o movimentei; descobri que atrasava, de seu movimento médio, quatro minutos e 12 segundos a cada 24 horas. Encurtei o pêndulo várias vezes e, após regulá-lo em relação ao movimento médio, achei que devia ser mais curto na Paraíba do que em Paris de três linhas e dois terços." Segundo Couplet, para que o relógio funcionasse de modo correto na Paraíba, o pêndulo deveria medir três pés e quatro linhas (mais 5/6 de linha) – as unidades pé e linha, usadas na época, equivaliam respectivamente a 33 cm e 2,29 mm. Embora tenha acertado quanto à necessidade de encurtar o pêndulo, ele cometeu um erro ao calcular a relação entre o comprimento do pêndulo e seu período.

Couplet não fez qualquer análise teórica das medidas, embora estas comprovem o retardamento do pêndulo. Diz apenas que é preciso encurtar o pêndulo ao se aproximar do Equador, e comenta: "A razão entre esses encurtamentos diversos, que não seguem a mesma proporção das diferentes latitudes aos quais se referem, nos é desconhecida no presente, embora muitos físicos hábeis a tenham tentado nos explicar."

A estada no Brasil permitiu a Couplet realizar outros estudos. A memória da viagem entregue à Academia registra, por exemplo, um 'acidente' curioso: advertido de que seria perigoso tocar em uma cobra-de-duas-cabeças (do gênero *Amphisbaena*), mesmo depois de morta, ele matou várias e as esfolou para exames e para conservar as peles, e em poucos dias ficou com o corpo "recoberto de pústulas cheias de água avermelhada", que o incomodaram por longo tempo.

Apesar das críticas de Newton, que mostram que Couplet não era um bom experimentador, seus resultados qualitativos ajudaram a confirmar o atraso dos relógios de pêndulo à medida que se aproximam da linha do Equador. Essas experiências têm algum significado na história da ciência porque estão entre as primeiras observações do fenômeno, e porque contribuíram para a aceitação da teoria newtoniana. Note-se que foram realizadas por um acadêmico da França, onde predominavam as idéias cartesianas. Outro francês, Jean Richer, havia feito as primeiras e mais precisas medidas do atraso do pêndulo, em 1672, na Guiana Francesa.

Mesmo levando em conta as limitações (a viagem difícil, o período curto e os instrumentos imprecisos), a expedição foi uma das primeiras a vir ao Brasil com a finalidade específica de realizar estudos físicos e astronômicos, em um momento importante da história da física. Lamentavelmente, outras observações de Pierre Couplet – sobre os céus brasileiros, a geografia do país e sua natureza – perderam-se para sempre no fundo do mar, com o naufrágio do navio que o levava de volta a seu país.

Ricardo Menandro
Ciência Hoje/RJ

• Baseado no artigo 'A expedição de Couplet à Paraíba', de Ildeu C. Moreira (*Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 5-23, 1991).

MAIORES DETALHES CH ON LINE

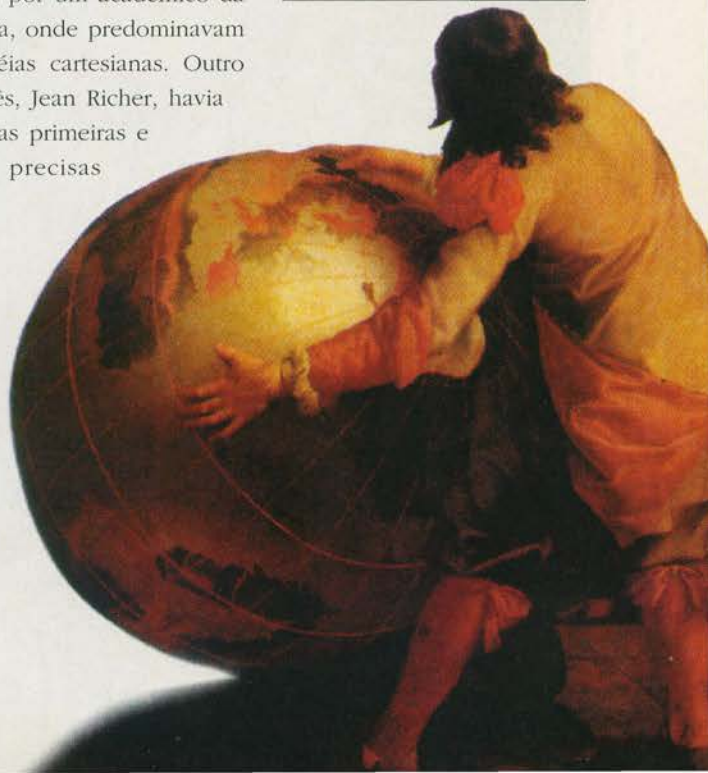
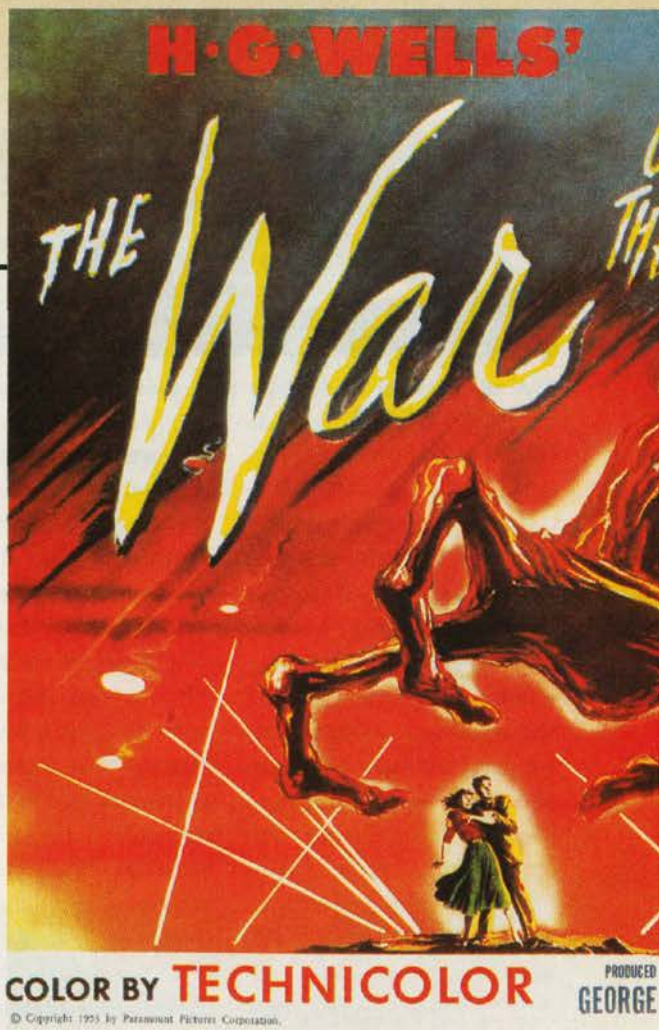


ILUSTRAÇÃO EXTRAÍDA DE *NEWTON: UNDERSTANDING THE COSMOS/ED. NEW HORIZONS*

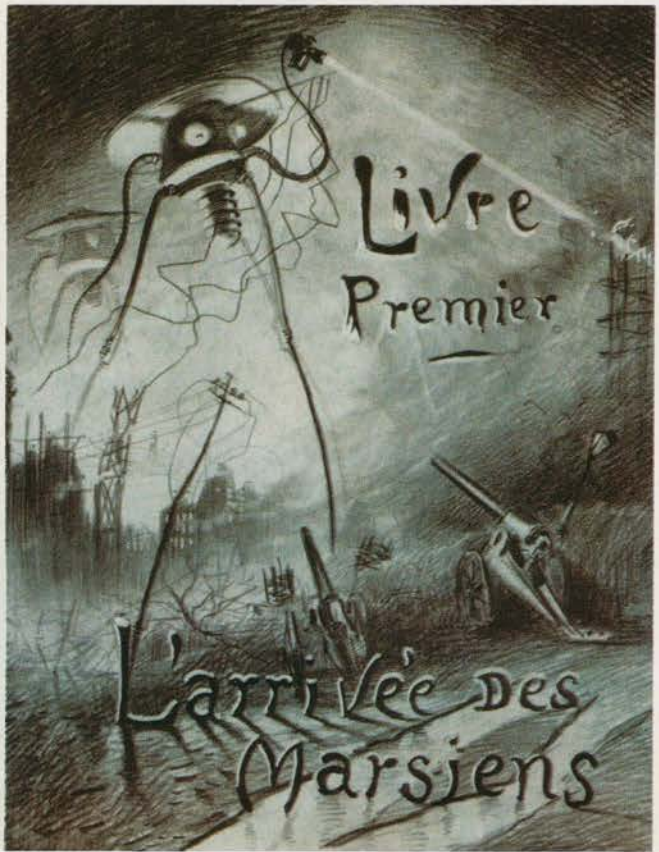
OS 100 ANOS DA GUERRA DOS MUNDOS



"Ninguém poderia acreditar que nos últimos anos do século 19 nosso mundo estava sendo observado continuamente por inteligências maiores que a do homem, embora mortais... mentes que seriam para as nossas como as nossas mentes são para as dos animais, intelectos vastos, frios e hostis, consideravam esta Terra com olhos invejosos e lenta e seguramente traçavam seus planos contra nós."

Assim começa o romance *A guerra dos mundos*, um dos maiores clássicos da ficção científica, publicado há 100 anos pelo escritor britânico Herbert George Wells. Ele e o francês Júlio Verne são considerados os pais desse gênero literário. Todavia, foi Wells quem criou os temas que dominariam a ficção científica até os dias de hoje: a viagem no tempo, a engenharia genética, os mutantes, a invasão do espaço e a invisibilidade. Tudo foi invenção desse inspirado súdito da coroa britânica.

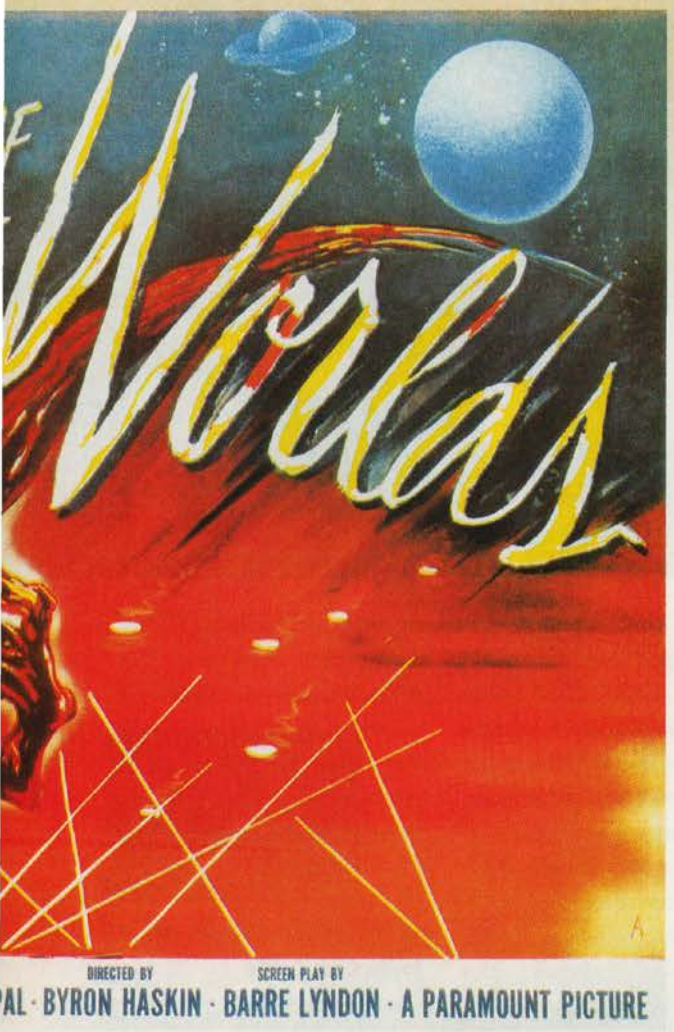
Um súdito nada conformista. Wells ficava indignado com as guerras movidas pelas tropas do império britânico contra as populações nativas da África e da Índia e com a extinção de espécies de animais na Austrália e na Tasmânia pelos colonos ingleses. Daí surgiu *A guerra dos mundos*. Basicamente o romance imagina o que aconteceria se a Inglaterra fosse invadida por um exército extraterrestre que fizesse com os ingleses exatamente o que eles faziam com os nativos africanos e indianos.



ILUSTRAÇÕES ORIGINAIS DE ALVIM CORREIA EM *A GUERRA DOS MUNDOS* (BÉLGICA, 1901) REEDITADA PELA NOVA FRONTEIRA, RJ, 1981

Conta-se, entretanto, que a inspiração do autor surgiu de um comentário feito pelo seu irmão Frank quando caminhavam pelo campo. "Já pensou se, de repente, seres de outro planeta começassem a descer do céu e se instalassem por aqui?" A observação de Frank Wells tinha motivos concretos. Em 1877, o astrônomo italiano Giovanni Schiparelli observara estranhas linhas na superfície de Marte. Schiaparelli chamou as linhas de *canali*, palavra italiana que foi traduzida como 'canais' dando a idéia de uma obra de engenharia. A idéia dos canais marcianos dominou a imaginação de outro astrônomo, o norte-americano Percival Lowell, de Boston. Em 1894, Lowell construiu um observatório no Arizona para vigiar Marte. Divulgou artigos falando de uma rede de canais construída por uma civilização marciana ameaçada pela seca. Os marcianos imaginados por Lowell tentavam obter água dos pólos do planeta para manter suas cidades no equador.

Hoje sabemos que os canais marcianos são uma ilusão de ótica provocada pelos fracos telescópios do século 19.



Mas na época de Wells acreditava-se como certa a existência de vida inteligente em Marte. Se os marcianos estavam enfrentando uma seca violenta em seu planeta não seriam tentados a se mudarem para a Terra, rica em água e umidade? Não poderiam tratar os seres humanos com o mesmo desprezo e falta de consideração com que tratamos os animais? Daí surgiu *A guerra dos mundos*.

Como costumava fazer, Wells primeiro publicou uma versão condensada de sua história, em forma de seriado, na revista *Pearson's Magazine*, entre os meses de abril e novembro de 1897. No ano seguinte, 1898, a história completa foi editada como romance. Fez tanto sucesso que em 1901 foi publicada uma edição de luxo na Bélgica, com ilustrações do brasileiro Alvin Correia, que ficaram célebres.

O romance de 1898 começa com os astrônomos detectando estranhos clarões na superfície de Marte. Dias depois enormes cilindros de metal caem nos campos da Inglaterra. O povo curioso cerca os cilindros fumegantes que logo se abrem. Marcianos, em forma de polvos, se arrastam para fora de suas espaçonaves, achatados pela forte ação da gravidade da Terra. As pessoas que assistem à cena logo morrem carbonizadas por raios de um calor intenso emitidos pelas armas dos marcianos.

O exército é convocado mas nada pode fazer contra a tecnologia superior dos invasores. Os marcianos montam imensas máquinas de guerra. São plataformas móveis suspensas sobre três pernas articuladas e armadas com raios de calor e gases venenosos. Pilotando esses enormes robôs, os marcianos arrasam a Inglaterra. As pessoas que escapam de ser incineradas são capturadas como fonte de alimento. Os marcianos são vampiros e sugam o sangue dos terráqueos!

O modo como Wells imaginou a tecnologia bélica de Marte ainda hoje impressiona seus leitores. Os gases venenosos lançados pelas máquinas marcianas se tornariam uma triste realidade em 1916, durante a Primeira Guerra Mundial. E os fachos de calor cauterizante das armas dos invasores são uma antevisão perfeita do *laser*, inventado na década de 50. A Força Aérea norte-americana testou armas iguais às dos marcianos com os *laseres* infravermelhos e de raios X do projeto Iniciativa de Defesa Estratégica, do governo Ronald Reagan, em 1984.

PÂNICO PELO RÁDIO

A guerra dos mundos virou um clássico e em 1938 faria a fama de um norte-americano de nome parecido, Orson Welles. Na noite de Halloween, no dia 30 de outubro de 1938, às 20h, o radioteatro Mercury da CBS, dirigido pelo jovem Orson Welles, começou a transmitir uma adaptação de *A guerra dos mundos* produzida para dar a impressão de um programa jornalístico real, onde repórteres descreviam o ataque dos marcianos contra Nova Jersey.

O programa começava com um boletim meteorológico. Logo depois o locutor anunciava que ia transmitir um programa de música com a orquestra de Ramón Raquello, diretamente do Park Plaza em Nova York. Minutos depois a música era interrompida por um boletim de notícias. Um grande objeto flamejante acabara de cair em uma fazenda perto de Grovers Mill, Nova Jersey. Repórteres de rádio estavam seguindo para o local e novas notícias seriam dadas em breve. A música recomeçava mas era interrompida por novos *flashes* de reportagem. Um jornalista apavorado entra no ar descrevendo as criaturas cheias de tentáculos que estavam saindo do objeto. Logo depois a transmissão se interrompe quando o próprio repórter é fulminado pelos raios de calor dos marcianos.

Antes de o programa começar, a rádio advertira que tudo se tratava de ficção. Mas muita gente tinha ligado o rádio com o programa já iniciado e levou a sério os 'boletins de notícias' descrevendo a invasão. Houve pânico. As estradas ficaram bloqueadas por gente fugindo dos marcianos. Welles quase foi parar na cadeia, mas ficou famoso. E saiu da CBS para dirigir

filmes como *Cidadão Kane*. O pânico causado pela falsa invasão foi objeto de um estudo sobre psicologia de massas, publicado em 1940 pela Universidade de Princeton.

A VERSÃO HOLLYWOODIANA

Em 1953, Hollywood filmou sua versão de *A guerra dos mundos*. O filme da Paramount, dirigido por Byron Haskins, ganhou o Oscar de efeitos especiais. Mas o roteirista Barré Lyndon modificou bastante a história de Wells. Para evitar os custos de uma reconstituição de época, a invasão foi transportada da Inglaterra vitoriana para a Califórnia dos anos 50. Os técnicos em efeitos especiais tentaram recriar os robôs gigantescos de Wells mas desistiram. E as máquinas de guerra marcianas viraram naves em forma de arraia, flutuando num campo antigravitacional.

Lyndon também adicionou à história um engenho que ficaria famoso. Quando a artilharia do exército abre fogo contra os marcianos, os obuses explodem inofensivamente contra uma bolha de energia invisível que envolve naves do espaço. Até a bomba atômica é lançada contra os marcianos, sem conseguir penetrar em seu escudo invisível. O filme começa com cenas dos cinejornais mostrando as batalhas da Primeira e Segunda Guerras. E a invasão dos marcianos é apresentada como sendo a Terceira Guerra Mundial.

Hoje, 100 anos depois, as idéias de Wells continuam populares. O filme *Independence Day*, sucesso de público em 1996, não passa de uma versão moderna de *A guerra dos mundos*. Enquanto no livro de Wells os marcianos eram destruídos por bactérias da Terra, no filme de Rolland Emerich é um vírus de computador que destrói os invasores. *Independence Day* copia vários detalhes de *A guerra dos mundos* de 1953, incluindo o escudo invisível das naves e o ataque nuclear frustrado contra os invasores. Até os aviões usados para jogar a bomba atômica contra os marcianos são semelhantes. Em 1953 foi a asa-delta Northrop B-49; em 1996, foi a asa-delta Northrop B-2.

O original como sempre é melhor. Arthur Clarke acha que a *A guerra dos mundos* é uma obra imortal, que continuará a ser lida pelas gerações futuras. E o autor argentino Jorge Luís Borges disse que os romances de Wells foram suas primeiras e últimas leituras. No Brasil a mais bela edição de *A guerra dos mundos* foi publicada em 1981 pela Nova Fronteira. Um lindo volume em papel de cor sépia, reproduzindo a edição belga de 1901, com as ilustrações de Alvin Correia. Virou raridade, disputada pelos colecionadores.

Jorge Luiz Calife
Especial para *Ciência Hoje*/RJ

A bioética

Jean Bernard

A explosão demográfica

Albert Jacquard, São Paulo, Ed. Ática, 1998

Os dois livros são parte da série Domínio, na qual se pretende discutir pontos cruciais e polêmicos do futuro da ciência. Em *A bioética*, o ex-presidente da Academia de Ciências da França e professor da Faculdade de Medicina de Paris, Jean Bernard, examina diferentes conseqüências éticas dos progressos da biologia e da medicina. O autor apresenta possíveis soluções para lidar com tantas mudanças e convoca, além de biólogos e médicos, teólogos, filósofos, sociólogos, juristas e todos os cidadãos para discutir a ética da biologia e da medicina.

A ética e caminhos para a divulgação científica também são abordados pelo geneticista e demógrafo Albert Jacquard em *A explosão demográfica*. Para o autor, "qualquer divulgação de descobertas científicas é inútil, se não for precedida de uma educação". Como demógrafo preocupado com as previsões de que a população mundial chegará a mais de 10 bilhões em 2075, Jacquard decidiu explicar como a demografia realiza tais estimativas, quais os métodos e parâmetros. Só assim, ensina o demógrafo, a sociedade poderá se preparar para as conseqüências.

Controle de doenças de plantas: grandes culturas

Francisco Xavier Ribeiro do Vale, Laércio Zambolim (editores), Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997

Alunos de graduação e pós-graduação em fitopatologia sempre tiveram dificuldade de encontrar, no Brasil, informações atualizadas sobre o controle de doenças de plantas. Para preencher essa lacuna, os editores reuniram 53 especialistas pertencentes a 20 instituições diferentes. Envolvendo os conhecimentos adquiridos a partir de experiências nativas, foram escritos 23 capítulos, divididos em dois volumes. Fotos coloridas ilustram os principais sintomas das doenças descritas.

A emoção e a regra – Os grupos criativos na Europa de 1850 a 1950

Domenico De Masi (org.), Rio de Janeiro, Ed. José Olympio/UnB, 1997

O livro analisa 13 grupos criativos que marcaram presença na Europa entre 1850 e 1950. Domenico De Masi, professor de sociologia do trabalho da Universidade de Roma, tenta mostrar que a criatividade é resultado do equilíbrio entre razão e emoção e entre fantasia e senso prático. Para o autor, essas combinações são propulsoras de progressos em diversas áreas e se manifestam principalmente em trabalhos em grupo. Para tentar comprovar suas idéias, De Masi apresenta a história e a análise de 13 grupos: a escola de Frankfurt, o grupo literário de Bloomsbury, o design racionalista da Bauhaus e a produção da primeira bomba atômica em Los Alamos.

Anuário de astronomia 1998

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1997

Publicado desde 1981, o *Anuário de astronomia* apresenta, em sua 18ª edição, grande quantidade de informações em linguagem simples. Os diversos calendários, fenômenos como as chuvas de estrelas cadentes (meteoros Leonídeos), descobertas de novos cometas, conhecimentos atuais sobre as possibilidades de vida em Titã (uma das luas de Saturno), a importância dos minicometas e outras notícias científicas estão resumidas no guia. O anuário inclui ainda as datas marcantes para a astronomia e a astronáutica, uma 'astroagenda' dos eventos astronáuticos e um diário dos eventos astronômicos. Outro atrativo é o serviço de pesquisas, que dá direito ao comprador do livro de receber, pelo correio, informações não incluídas no anuário.

Dolly é um clone?

Escrevo para esclarecer uma dúvida a respeito da clonagem. A ovelha Dolly foi clonada a partir do núcleo de uma célula mamária, colocado em outra célula de outra ovelha. (...)
O que havia em comum entre Dolly e sua mãe era o mesmo material nuclear, e não o citoplasma, que veio da outra ovelha. (...) A única organela citoplasmática independente da função nuclear é a mitocôndria, que possui seu próprio material genético. (...) A partir desses dados, surgiu a dúvida: será a ovelha Dolly realmente um clone? Seu material genético mitocondrial não vem de sua mãe, mas da célula da ovelha que recebeu o núcleo de sua célula-mãe.
Sendo assim, (...) Dolly não é realmente um clone.

Cleverson W. de Liz Medeiros,
Curitiba/PR

O leitor está correto. O artigo 'Saiba mais sobre os clones', publicado nesta edição, explica em detalhes por que Dolly não é um clone e esclarece outras dúvidas comuns sobre o assunto.

Um elogio

Sou arqueólogo. Parabenizo a revista pelo excelente nível dos artigos editados.

Antonio Carlos de Lima Canto,
Recife/PE

Coleção de CH

Gostaria de anunciar que disponho para venda os números de 01 a 80 da revista *Ciência Hoje*. Meu telefone, para os interessados em completar a coleção, é (0532) 28-5052.

Rosane Rodrigues,
Pelotas/RS

Acupuntura

Tomei conhecimento, através dessa conceituada revista, no número de dezembro de 1997, da reportagem sobre 'Medicina alternativa' (...), onde está citada como fonte de pesquisa a *Revista Paulista de Acupuntura*. Tenho interesse nessa revista. Já tentei outros meios e não obtive resposta. (...)
Sou acupunturista há 11 anos e só obtenho informações em periódicos estrangeiros.

Jorge Marcos Silveira,
Concórdia/SC

A Revista Paulista de Acupuntura é editada semestralmente pelo Setor de Medicina Chinesa – Acupuntura, do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Informações e assinaturas podem ser obtidas pelo telefone (011) 571-0937 ou no seguinte endereço: Rua Napoleão de Barros, 715, 1º andar, Vila Clementino, São Paulo, SP, CEP 04024-002.

Ilustrações botânicas

Li em *CH* nº 135 a reportagem sobre ilustrações botânicas: 'Tintas e pincéis são ferramentas da botânica'. Gostaria de entrar em contato com alguma entidade que proporcione cursos de ilustração botânica. Sou formada em biologia e tenho tendências para o desenho.

Rosane Souza Dias,
Palmas/TO

A Fundação Botânica Margaret Mee pretende abrir um curso de ilustrações botânicas em meados deste ano. Informações pelo telefone (021) 533-1486. Alguns ex-bolsistas da Fundação oferecem cursos particulares: Paulo Ormindo Tavares (tel.: (021) 711-0467), Dulce Nascimento (tel.: (021) 539-9529), Maria Teresa Reif (tel.: (021) 539-9159) e Malena Barbosa (tel.: (021) 539-9091).

Mulheres cientistas

Estou realizando um trabalho de pesquisa sobre mulheres brasileiras que se destacaram em nosso país, desde a época colonial até nossos dias.
Tenho a intenção de nele incluir biografias das cientistas brasileiras que mais se projetaram em seus campos de especialização, inclusive as pioneiras. (...)
Tenho interesse em conhecer pesquisas, teses e artigos (publicados ou não) que se coadunem com os objetivos do meu ensaio, os quais pretendo utilizar, com a devida permissão, promovendo a divulgação dos temas e de seus autores.

Idalina Duarte Guerra,
Niterói/RJ

O endereço fornecido pela leitora para os interessados em auxiliar sua pesquisa é: rua Comendador Thomaz Lima, L. 5, Q. 12, Piratininga, Niterói, RJ, CEP 24.358-130, tel.: (021) 9983-3355.

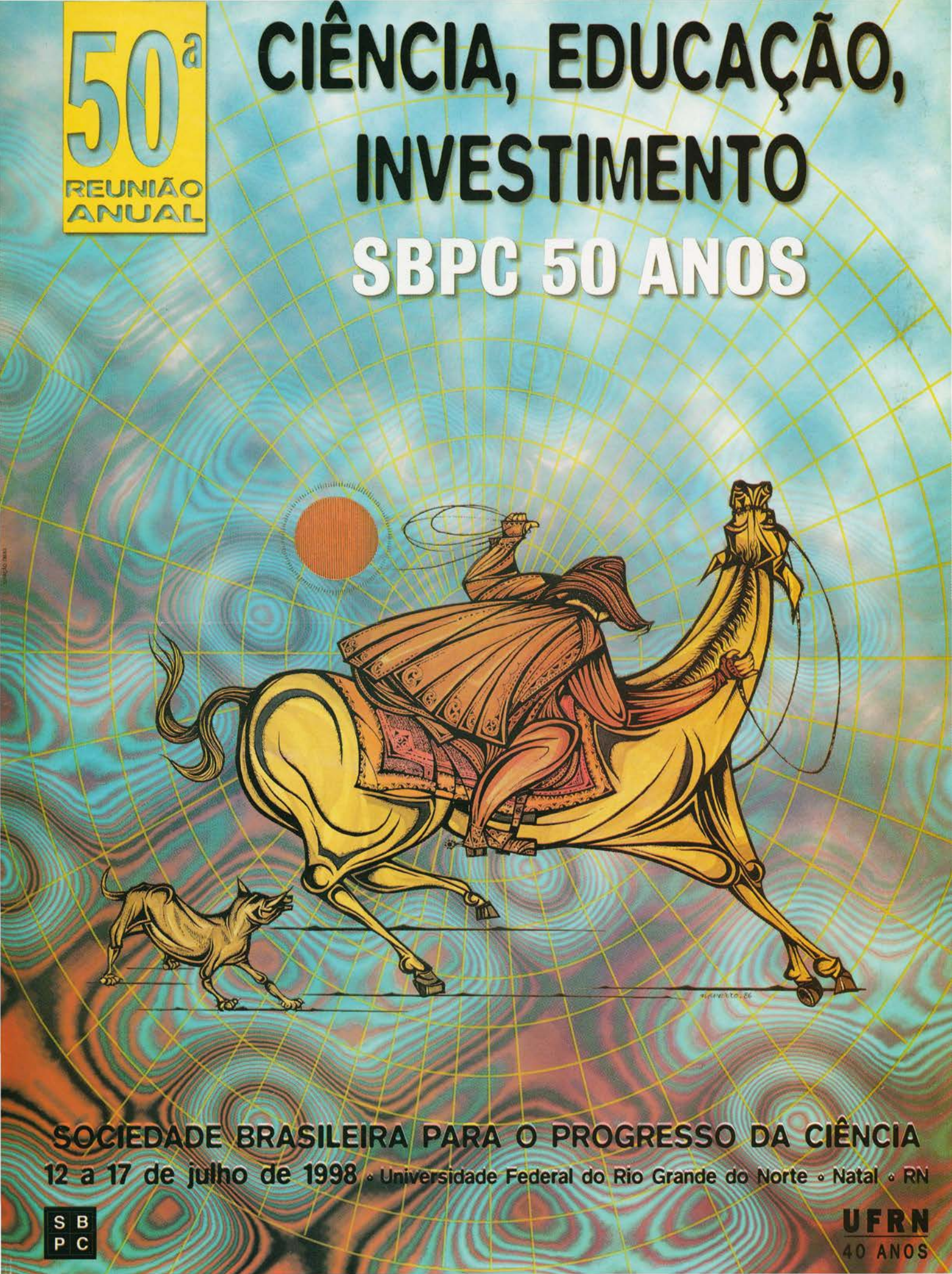
Correções

- A definição de 'sinapse' dada no artigo 'Avalanches no cérebro' (*CH* nº 135, página 17), é incorreta. Sinapse, na verdade, é a associação entre dois neurônios (ou seja, uma estrutura), e não, como está no texto, a recepção e transmissão de sinais elétricos entre neurônios (ou seja, um fenômeno).
- O autor do texto *'Pathfinder: desvendando os segredos de Marte'*, omitido na edição anterior, é Oscar T. Matsuura, do Museu de Astronomia e Ciências Afins.

50ª REUNIÃO ANUAL

CIÊNCIA, EDUCAÇÃO, INVESTIMENTO

SBPC 50 ANOS



SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA

12 a 17 de julho de 1998 • Universidade Federal do Rio Grande do Norte • Natal • RN

SBPC

UFRN 40 ANOS

PROPEG/AR/J

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.

BR PETROBRAS

Ministério de Minas e Energia

Brasil EM AÇÃO

www.petrobras.com.br