ciência hoje

Felinos brasileiros sob ameaça

Os danos causados por distúbios do sono

Epilepsia: entendendo melhor as crises

ISSN 0101-8515

TÁQUIONS

Mais velozes que a luz ?

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA/VOL. 29 Nº 170/ABRIL DE 2001/R$ 7,50

SBPC

Destaque-se.

Assine agora.
Ligue grátis:
0800-264846
e dê o código **CH72**

cienciahoje

Aventure-se no conhecimento

Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27
CEP 22290-140
Botafogo - Rio de Janeiro/RJ
Tel.: (021) 295-4846 / Fax:(021) 541-5342
www.ciencia.org.br

A luz é o limite?

Até a década de 1960, era absurdo pensar em velocidades superiores à da luz. No entanto, pesquisas na área começaram a tomar fôlego nessa época e a sugerir a existência de objetos superluminais – que viajam mais rápido do que 300 mil km/s. Recentemente, importantes experimentos reforçaram a possibilidade de essas partículas, batizadas de táquions, realmente existirem. Nesta edição, apresentamos as evidências da presença desses objetos em, pelo menos, quatro diferentes setores da física experimental.

Embora a maioria da população não saiba, a família dos felinos tem importantes representantes brasileiros, todos ameaçados de extinção. Além das grandes onças, como a parda e a pintada, vivem nas florestas e campos nacionais outras seis espécies de gatos selvagens. Para reverter o quadro de risco, zoológicos e criadouros estão tentando aumentar as taxas de reprodução em cativeiro e proteger esses belos animais, que ainda vivem livremente em diversas regiões do país.

Estima-se em cerca de 2,5 milhões o número de epilépticos existentes no Brasil. Já é possível controlar essa afecção com medicamentos ou métodos cirúrgicos, mas ainda há muito a fazer até que se consiga prevenir a recorrência de crises já estabelecidas e evitar o desenvolvimento de epilepsia crônica. Pesquisadores da Universidade Federal de São Paulo vêm dando passos importantes nessa direção, como a investigação minuciosa de tecidos lesados do cérebro dos portadores e a formação de equipes interdisciplinares voltadas para seu estudo.

A redação

PROJETO CIÊNCIA HOJE 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). Mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 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).
ISSN: 0101-8515

CONSELHO DIRETOR Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF/CNPq); Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ); Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ); Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ); Fernando Szklo

Secretária: Maria Elisa da C. Santos
Diretor Executivo: Fernando Szklo
Editores Científicos: Ciências Humanas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ); Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ); Ciências Exatas – Francisco Caruso (LAFEX/CBPF e UERJ); Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)

CIÊNCIA HOJE • SBPC

REDAÇÃO
Editora Executiva: Alicia Ivanissevich
Secretária de Redação: Juliana Caetano
Editor de Texto: Ricardo Menandro
Setor Internacional: Cássio Leite Vieira
Repórteres: Leonardo Cosendey e Thaís Fernandes
Revisoras: Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretárias: Theresa Coelho e Irani Fuentes de Araújo
Colaboraram neste número: Cássio Leite Vieira (edição de texto), Luís Henrique Valdetaro e Mara Figueira (reportagem)

ARTE
Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte: Claudia Fleury (E-mail: ampersan@uol.com.br)
Programação Visual: Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira
Computação Gráfica: Luiz Baltar

SUCURSAIS
BELO HORIZONTE
Coordenador Científico: Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
Correspondente: Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG.
Tel.: (031) 3499-2862 e Telefax: (031) 3443-5346

SÃO PAULO
Correspondente: Vera Rita da Costa (E-mail: chojesp@sbpcnet.org.br)
End.: Prédio da Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP.
Tel.: (011) 3814-6656 e Telefax: (011) 3818-4192

REPRESENTAÇÕES
SALVADOR
Coordenador Científico: Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (E-mail: sbpc@ufba.br)
End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592

PUBLICIDADE
Gerente Comercial: Ricardo Madeira (chsp@uol.com.br)
Supervisora de Operações: Sandra Soares
Contato Comercial: Marcos Martins (chsp@uol.com.br)
End.: Rua Maria Antônia 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP.
Telefax: (011) 258-8963

REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA: Joaquim Barroncas – Tel.: (061) 226-1824/9972-0741, Fax: (061) 226-1824
PROJETO NORDESTE: Rudiger Ludemann – Telefax: (071) 677.1211

ADMINISTRAÇÃO
Gerente Financeira: Lindalva Gurfield
Pessoal de Apoio: Luiz Tito de Santana

ASSINATURAS
Gerente de Circulação: Carlos Henrique Abibe
Pessoal de Apoio: Francisco R. Neto e Luciene de Azevedo
Gerente de Expedição: Adalgisa Bahri

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO
Fotolito: Open Publish Soluções Gráficas
Impressão: Gráfica JB S/A
Distribuição em Bancas: Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE
Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ
Tel.: (0xx21) 295-4846 – Fax.: (0xx21) 541-5342
Redação: E-mail: chojered@sbpcnet.org.br

ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
TEL.: 0800 264846
CH on-line:
http://www.ciencia.org.br
assinach@sbpcnet.org.br

FAPERJ
Programa de Apoio a Publicações Científicas
MCT CNPq FINEP

Mais velozes que a luz? 20
O debate sobre a possibilidade de haver objetos superluminais (mais velozes que a luz) ganhou fôlego a partir dos anos 60, quando foi proposta a existência dos táquions. Recentemente, essa tese foi reforçada por resultados de importantes experimentos em quatro áreas diferentes da física.
Por Erasmo Recami e Michel Z. Rached

Pequenos felinos brasileiros: desconhecidos e ameaçados 34
Desconhecidos em sua maioria, os felinos brasileiros – das grandes onças aos gatos selvagens – correm risco de extinção. Pesquisadores vêm buscando formas de aumentar as taxas de reprodução em cativeiro e de proteger as populações que habitam campos e florestas nacionais.
Por Gelson Genaro, Cristina H. Adania e Marcelo da S. Gomes

Epilepsia: perspectivas da pesquisa em modelos experimentais 26

A epilepsia tem sido controlada com medicamentos e métodos cirúrgicos, mas ainda há muito por fazer para prevenir a recorrência das crises e evitar que o mal se torne crônico. Passos importantes vêm sendo dados na compreensão de como se processam no cérebro as descargas elétricas que dão origem aos surtos.

Por Emilio R. Garrido Sanabria, Elza Márcia Targas Yacubian e Esper Abrão Cavalheiro

Capa: Ampersand / Luiz Baltar

O LEITOR PERGUNTA

É verdade que café com leite diminui o raciocínio? 4

Qual a relação entre os elementos transponíveis e a resistência de bactérias a antibióticos? 4

Qual o melhor destino para a água de descarte das análises químicas de metais realizadas em laboratórios? 5

O que são hantavírus e que outros tipos de vírus existem? 5

ENTREVISTA

Sérgio Tufik
O custo social do sono 6

MUNDO DE CIÊNCIA

Desvendando mistérios da herança biológica em humanos 12

O impacto do aborto legalizado sobre o crime 14

EM DIA

Alface supervitaminada 40

'Softwares' em linha de produção 42

Brasil testa vacinas contra a Aids 44

Enxerto no combate a pragas 46

A Lua e os bebês 47

Salvando a pele 48

Combustível natural 50

Milho e soja contra a desnutrição 52

ENSAIO

Doenças emergentes e reemergentes no Brasil 58

OPINIÃO

Ainda precisamos de reforma agrária no Brasil? 61

RESENHA

Coleção inédita de grande valor histórico 64

PRIMEIRA LINHA

Microscopia de fluorescência: novo jeito de olhar as células 67

Educação ambiental em escolas de um pólo madeireiro da Amazônia 70

Peixes em represas: o caso de Itupararanga 74

MEMÓRIA

A incessante mobilidade da Terra 78

CARTAS 80

É verdade que café com leite diminui o raciocínio?

LUIZ DA SILVA, POR E-MAIL

Não. Ao contrário. O café possui 1% a 2% de cafeína, substância que estimula a atividade intelectual, a memória e o raciocínio, melhorando inclusive o aprendizado escolar. O segredo está na dosagem: esses benefícios podem ser sentidos desde que se tome café com moderação. Entenda-se por moderação três a quatro xícaras ao longo do dia – nunca à noite –, conforme a tabela. Além da cafeína, o café possui em maior quantidade ácidos clorogênicos, que bloqueiam o desejo de autogratificação proporcionado por opiáceos (drogas à base de ópio) que pode levar à depressão e ao consumo de drogas.

O café pode ser tomado puro ou com leite, o que apenas aumentaria seu valor nutritivo, algo importante para crianças e idosos. Por isso, seu consumo diário e moderado é um hábito saudável e recomendado para melhorar o raciocínio e o estado emocional das pessoas. Nossas pesquisas, efetuadas durante mais de 10 anos, permitiram estipular dose e horário certos para o consumo de café por adultos e crianças, com organismos sadios, conforme o esquema a seguir. É importante lembrar que cada xícara pequena possui 50 ml de café e que a xícara grande tem 150 ml se cheia e cerca de 100 ml se quase cheia (meia taça).

Darcy Roberto Lima
Instituto de Neurologia Deolindo Couto, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dose ideal de café para consumo diário

Consumo de café	Início da manhã	Meio da manhã	Início da tarde	Meio da tarde
Até 10 anos	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
10 a 15 anos	100 ml	50 ml	100 ml	100 ml
15 a 20 anos	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
20 a 60 anos	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml
Acima de 60 anos	150 ml	50 ml	100 ml	50 ml

Qual a relação entre os elementos transponíveis e a resistência de bactérias a antibióticos?

MARÍLIA LUZ SOARES, SANTANA DO ARAGUAIA/PA

Os elementos genéticos móveis (elementos transponíveis) facilitam a transmissão da resistência a antibióticos, que também pode estar codificada em genes do cromossomo bacteriano, para novas linhagens bacterianas. Inicialmente descobriu-se que plasmídeos (DNAs separados do cromossomo, com capacidade de replicação) podem conter genes de resistência. Alguns plasmídeos são transmissíveis para outras bactérias, mas outros precisam da ajuda de plasmídeos transmissíveis para se transferir. Posteriormente descobriu-se os elementos de transposição (transposons), regiões de DNA móveis, capazes de migrar de uma região do DNA para outra. Eles podem carregar genes de resistência a antibióticos e transferir-se do cromossomo para um plasmídeo transmissível presente na mesma célula, que não tinha genes de resistência antes.

Isso já estava estabelecido nos anos 80, mas novas descobertas mostraram que existe uma variedade maior de modos de manter e transmitir os genes de resistência. Verificou-se, por exemplo, que existem transposons conjugativos, capazes de se mover dentro da própria célula bacteriana e também de sair do cromossomo e se transferir para outras bactérias. Mais recentemente, foram descritos os integrons, elementos genéticos localizados no cromossomo ou dentro de elementos de transposição que produzem uma integrase, enzima responsável por recombinação em locais específicos do DNA. Além disso eles têm um sítio, onde são integrados os chamados cassetes gênicos, estruturas formadas por um gene de resistência a antibiótico e uma pequena região para recombinação. Assim, cada integron pode ter uma combinação distinta de um ou mais genes de resis-

Qual o melhor destino para a água de descarte das análises químicas de metais realizadas em laboratórios?

SANLEY SANDRO CAPUCHO, POR E-MAIL

Grande parte dos laboratórios das nossas instituições de ensino e pesquisa é geradora de resíduos. Infelizmente poucos são os laboratórios que praticam algum tipo de minimização na geração desses resíduos e/ou o descarte adequado dos mesmos. Para soluções aquosas ricas em metais pesados dissolvidos, o tratamento passa pela etapa inicial de precipitação, seguido do armazenamento dos sais insolúveis após o descarte da fase aquosa.

Os melhores precipitantes são a hidroxila, o sulfeto e o metassilicato. Normalmente o simples acerto do pH (grau de acidez) da solução a ser tratada, entre 8 e 9, já precipita grande parte dos metais presentes (em soluções muito alcalinas, a solubilidade dos metais aumenta devido aos hidroxocomplexos formados). O mesmo se aplica para a adição de sulfeto. O metassilicato de sódio pode ser usado em pH em torno de 7. O agente precipitante deve ser adicionado vagarosamente e com pequeno excesso. A suspensão deve repousar (evite filtrar, pois aumenta o resíduo sólido) e o sobrenadante deve ser descartado na pia, deixando o precipitado secar com o tempo. Os teores máximos de metal presentes na fase aquosa após esse tratamento geralmente atendem à resolução do CONAMA nº 20 (1986), que trata dos limites de descarga de poluentes permitidos em corpos aquáticos.

O precipitado deve ser guardado seco e devidamente identificado. No Brasil, a questão da destinação final de resíduos sólidos ainda está sendo debatida. Como, geralmente, em laboratórios, essa geração é pequena, a estocagem adequada pode ser feita sem problemas.

Wilson Figueiredo Jardim
Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas

tência colocados no mesmo local e expressos a partir de um promotor do integron.

Cerca de 60 cassetes gênicos já foram descritos com genes de resistência a diversas categorias de antibióticos. O conjunto de plasmídeos, elementos de transposição, transposons conjugativos, cassetes gênicos e integrons interage, facilitando a transferência horizontal de genes de resistência entre linhagens distintas e entre espécies de grupos filogenéticos bastante afastados. Exatamente o mesmo gene de resistência à eritromicina, por exemplo, já foi encontrado em bactérias tão distantes como *Treponema denticola* e espécies de *Bacteroides*. Existe mesmo a proposição de trocas de genes entre bactérias e eucariotos mediadas por integrons, dando uma dimensão da importância dos mecanismos de recombinação envolvidos e de suas possíveis conseqüências evolutivas.

Ana Coelho
Departamento de Genética,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

O que são hantavírus? Que outros tipos de vírus existem?

WALDEMIR DE ARAUJO TORRES, POR E-MAIL

Os hantavírus são um grupo de vírus da família Bunyaviridae, conhecidos por causar febres hemorrágicas. O vírus que deu nome ao grupo, o Hantaan, foi identificado em 1978 na península da Coréia, onde se localiza um rio que leva o mesmo nome. Cerca de outros 20 membros da família já foram identificados até agora. Entre eles, o Sin Nombre, descoberto em 1993 entre os índios Navajo, dos Estados Unidos; o Andes, na Argentina, e o Seoul, encontrado nos grandes portos do mundo inteiro.

São vírus que infectam roedores silvestres e ratos que vivem em portos. As excreções contaminadas são deixadas nas casas de campo e nos armazéns. A poeira que se forma das excreções secas é inalada pelas pessoas que moram ou trabalham nesses lugares. Também pode haver contaminação de alimentos e conseqüente infecção por via oral. Os sintomas da contaminação variam desde febre leve até infecção severa dos pulmões ou dos rins, podendo levar à morte. Recentemente, na Argentina, foi constatada a transmissão do Andes entre humanos. Não existe vacina ou tratamento específico.

Ao todo, existem 78 famílias diferentes de vírus. Entre elas, estão os vírus causadores de doenças como Aids (HIV), catapora, herpes, mononucleose, sarampo, rubéola, dengue e febre amarela. Para os interessados em pesquisar mais sobre o assunto, uma boa introdução à virologia pode ser encontrada no *site* http://virusonline.virtualave.net/introdu.htm#Intro

Jack Woodall
Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

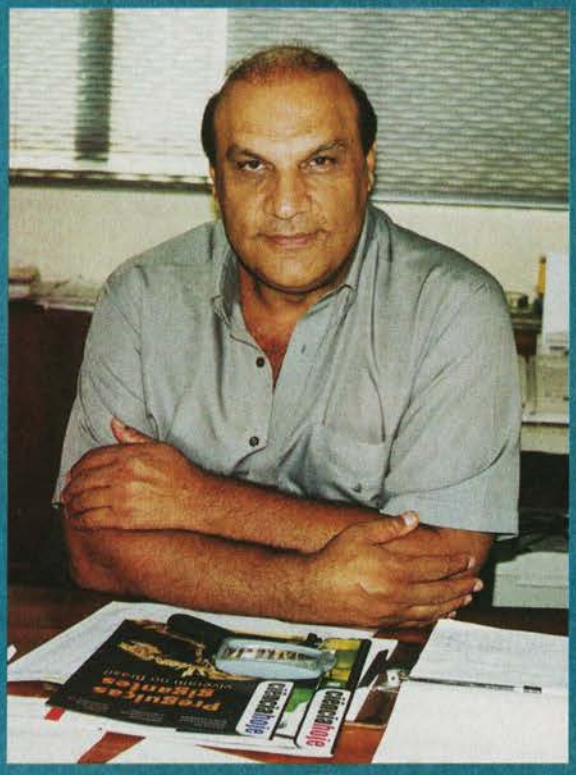
CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

Sérgio Tufik

O custo social do sono



Selecionado entre mais de 100 instituições para ser um dos 10 centros de pesquisa patrocinados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), o Instituto do Sono, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), deverá ampliar, ainda mais, suas áreas de atuação nos próximos anos. Além do diagnóstico e atendimento a portadores de distúrbios do sono, trabalho que o Instituto realiza há cerca de 20 anos, duas novas frentes deverão ser incentivadas: o desenvolvimento de equipamentos nacionais para o tratamento desses distúrbios e a realização de campanhas informativas voltadas à população sobre as conseqüências acarretadas pelos problemas relacionados ao sono. Atacar de frente as causas é plenamente justificável e urgente, defende Sérgio Tufik, diretor do Instituto. Afinal, conforme ele nos informa nesta entrevista, os distúrbios do sono têm um custo social alto: "Somos campeões em acidentes de tráfego, cujas causas são o álcool e o sono." Mas esse é apenas um dos aspectos sociais relevantes da questão. Outro é o abuso de medicamentos psicotrópicos para dormir. Disseminado entre a população brasileira, o uso dessas drogas é considerado por Tufik uma "epidemia absurda", que precisa ser amplamente denunciada e combatida.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **VERA RITA DA COSTA** (*CIÊNCIA HOJE*/SP)

Já foi feito algum estudo epidemiológico abrangente no país para verificar a ocorrência de distúrbios do sono na população? Quais os distúrbios mais freqüentes?

Um estudo que envolvesse o Brasil todo ainda não foi feito, até porque o custo seria muito alto. Fizemos dois levantamentos em São Paulo e estamos preparando o terceiro, que deverá acontecer ainda este ano. Os dados dos levantamentos anteriores revelaram que os distúrbios respiratórios afetam mais os homens do que as mulheres. O ronco, por exemplo, atinge cerca de 40% da população masculina e apenas 20% da feminina. Já a insônia afeta mais as mulheres. Quanto ao ronco, os dados demonstram que sua ocorrência aumenta conforme a faixa etária, sendo freqüente até os 60 anos. Aos 70, o número de homens que roncam começa a diminuir e torna-se mínimo por volta dos 80 anos. Isso nos faz pensar que os homens que roncam morrem, com mais freqüência, entre os 60 e os 70 anos.

O que causa a morte dessas pessoas?

O ronco sempre foi motivo de brincadeira e zombaria, mas é preciso lembrar que se trata de uma síndrome da resistência das vias aéreas superiores. Os dados obtidos e a nossa experiência clínica aqui no Instituto dos Estudos do Sono da Escola Paulista de Medicina [atual Unifesp] têm demonstrado que o ronco pode trazer conseqüências graves para o indivíduo. O 'roncador' não pára de respirar como o apnéico, mas o barulho que faz é sinal de que o ar está sendo impedido de entrar nas vias respiratórias pelos tecidos e os está fazendo vibrar. A pessoa que ronca está fazendo um esforço enorme para respirar e, mesmo assim, está oxigenando o organismo menos do que necessita. Como respiram mal durante a noite, os 'roncadores' forçam o coração e acabam morrendo de falência cardíaca. Essa é uma explicação possível para a associação entre o ronco e a parada cardíaca em homens idosos.

Quais as causas prováveis da insônia em mulheres?

Acredita-se que o estresse seja um fator muito importante, principalmente porque as mulheres apresentam um ciclo de variações hormonais acentuadas. Uma hipótese seria que a variação da concentração do estradiol e da progesterona nas mulheres aumentaria a sua sensibilidade cerebral e as sujeitaria mais ao estresse e, conseqüentemente, à insônia. Mas considero isso apenas um começo de explicação, não plenamente satisfatória. Ainda são necessárias mais pesquisas sobre esse tema.

Muita gente ainda atribui problemas de sono – como insônia, apnéia, ronco – a fatores comportamentais, mas já há evidências de que existem também componentes genéticos. O que se sabe sobre isso?

Sabe-se que os dois fatores podem estar envolvidos: há muitos distúrbios do sono que são biológicos e alguns que são realmente psicológicos e dependentes do meio ambiente e da sociedade em que a pessoa vive. Pessoas assaltadas, violentadas ou de alguma outra forma amedrontadas apresentarão, com muita probabilidade, distúrbios de sono. Para se ter uma idéia de como fatores sociais estão relacionados aos distúrbios de sono, basta analisar os dados de duas pesquisas que fizemos aqui em São Paulo: a primeira em 1987, um ano após o pesadelo do Plano Cruzado, e a outra em 1995, um ano após o sucesso do Plano Real. Em relação aos resultados de 1987, vimos que, em 1995, diminuíram muito as ocorrências de terror noturno e de pesadelo na população pesquisada. A comparação dos resultados mostra claramente que a ocorrência desses distúrbios do sono é influenciada por aspectos sociais e psicológicos.

Há outros distúrbios, no entanto, cuja incidência na população é constante. É o caso, por exemplo, da paralisia familiar de sono. Em ambos os levantamentos populacionais que fizemos, a ocorrência desse distúrbio foi de 10%. A taxa de freqüência da paralisia familiar do sono é praticamente constante na população, o que é típico de distúrbios com causa genética. A narcolepsia também é de origem genética e o gene responsável por esse distúrbio já foi, inclusive, descrito em cachorros.

A noite — e muitas vezes o dia — das pessoas que sofrem de distúrbios de sono é um horror, mesmo que elas não tenham consciência disso

Os distúrbios de sono parecem estar bem divulgados, pois mesmo entre leigos já se ouve falar deles...

Apenas alguns são conhecidos... A apnéia, por exemplo, tornou-se popular porque é um distúrbio grave. A descoberta de que há pessoas que param de respirar durante o sono chamou a atenção de todo mundo e foi amplamente discutida. Mesmo o diagnóstico da apnéia se tornou fácil e se popularizou através do exame de polissonografia, em que se mede a respiração do paciente durante o sono para verificar se

ela é interrompida e o que causa isso. No caso do apnéico, é muito importante verificar se a parada respiratória se dá por falta de estímulo nervoso central, por obstrução das vias respiratórias ou, em alguns casos, pelos dois. É preciso também saber o que essa parada ocasiona na oxigenação do organismo e no sono do indivíduo. Uma pessoa que pára de respirar 80 vezes por hora, também acorda, sem perceber, 80 vezes. Isso quebra totalmente seu sono e ela nunca atinge as fases mais profundas. Como fica privada de etapas importantes do sono, por mais que durma em fases iniciais do sono, a pessoa acorda muito cansada.

Boa parte dos acidentes de trânsito é causada por falhas humanas e, entre elas, duas se encaixam perfeitamente: o álcool e o sono

O que caracteriza a paralisia familiar do sono ?

Na paralisia familiar ocorre o bloqueio muscular quando se está acordado, um pouco antes de dormir, enquanto ainda não se está sonhando. As pessoas acordam de repente e não conseguem se mexer, ficam paralisadas por alguns segundos. É uma sensação ruim, que deixa muitos desesperados, mas passa rápido. Para compreender o que ocasiona isso, é preciso saber que o bloqueio muscular durante o sono é normal. Se ele não ocorresse, faríamos os movimentos correspondentes ao que sonhássemos. Há, inclusive, um distúrbio de sono (a doença comportamental do sono REM), em que a pessoa faz o que sonha... Tudo isso está muito bem pesquisado: quando se lesiona a área do cérebro de animais que controla o bloqueio muscular, os animais passam a fazer o que sonham e, pelos movimentos que fazem com o corpo, sabemos, inclusive, o que estão sonhando.

Essa sensação de bloqueio tem a ver com a sensação de queda que algumas pessoas relatam ter ao dormir?

Isso é diferente. É uma questão do início do sono: normalmente, quando vamos dormir, desligamos muitos mecanismos e funções cerebrais, como o cerebelo e o labirinto, que não são usadas durante o sono. Mas algumas pessoas, em certas situações, podem sentir o desligamento dessas funções – a 'queda' de certos sistemas neurais. Ao descreverem a sensação de desligamento dos circuitos neurais, os pacientes relatam como uma queda física, como a sensação de sentirem-se caindo em um precipício.

Na narcolepsia, também ocorre o bloqueio muscular, mas de uma forma um pouco diferente. Quando dormimos, o normal é passarmos pelas fases 1, 2, 3, 4, voltarmos para a fase 2 e, em seguida, fazermos a primeira fase REM do sono [do inglês *rapid eye movements* – movimentos rápidos dos olhos]. O narcoléptico não faz esse ciclo: ele entra direto na fase REM, quando justamente ocorrem os sonhos e o bloqueio muscular. Pode-se imaginar o que é isso: é como se eu fosse um narcoléptico e, de repente, no meio de uma entrevista caísse no sono. Além de dormir, o narcoléptico 'desmonta' de sono, pois entra direto em fase REM e sua musculatura é totalmente bloqueada. Como o 'ataque' de sono e o bloqueio ocorrem a qualquer momento, eles inviabilizam uma vida normal para as pessoas com narcolepsia. Ainda bem que esse é um distúrbio com baixa freqüência, ocorrendo apenas em 0,01% da população.

Já foi feita alguma pesquisa para se calcular o custo social dos distúrbios do sono?

Acredito que específico para isso, não. De qualquer forma, é possível estimar indiretamente que o custo seja altíssimo. É só pensar, por exemplo, nas conseqüências que uma noite maldormida, por insônia, causa no dia de uma pessoa. Qualquer que seja a profissão dela, seu desempenho será afetado, pois a falta de sono provocará dificuldades de raciocínio e de memória, cansaço e alteração de humor. Com isso, aumentarão os riscos de ela se envolver em acidentes de trabalho, de trânsito, em problemas sociais e familiares. No caso da apnéia, o rendimento é ainda mais prejudicado, pois a pessoa fica cansada e sonolenta o dia todo. Muitas vezes a pessoa que sofre de apnéia não tem consciência de quanto o seu desempenho é prejudicado por ela. Isso não vale apenas para quem sofre de apnéia; vale, também, para aqueles que sofrem de outros distúrbios de sono, como os movimentos bruscos e incontroláveis das pernas ou o ranger de dentes.

A noite – e muitas vezes o dia – das pessoas que sofrem de distúrbios de sono é um horror, mesmo que elas não tenham consciência disso. Temos aqui no Instituto 26 apartamentos, onde realizamos exames e acompanhamos o sono dos pacientes. Quando pessoas com apnéia estão em tratamento, costumo ir vê-las acordar depois de uma noite em que dormem com o aparelho que injeta ar sob pressão nas narinas. Gosto de ver a felicidade delas ao acordarem... Enquanto uma pessoa normal faz cerca de

90 minutos de sono REM por noite, a que apresenta apnéia, quando usa o aparelho, chega a ficar até 80% da noite em REM. Para quem está privado dessa sensação, às vezes há anos, a sensação de dormir bem é como um êxtase, um orgasmo.

Vocês estão pesquisando distúrbios de sono entre motoristas profissionais. Já possuem alguns resultados?

Essa pesquisa é uma forma de se medir o custo social, pois uma das conseqüências mais graves dos distúrbios do sono são os acidentes automobilísticos. Boa parte dos acidentes é causada por falhas humanas e, entre elas, duas se encaixam perfeitamente: o álcool e o sono. Os grandes acidentes com mortes são, em geral, provocados por motoristas, muitos profissionais, que dormem na direção. Nossos dados mostram isso: a maioria dos motoristas é sedentária, engorda, apresenta ronco, torna-se apnéica ou tem hipersonolência por causa das escalas e do tempo de trabalho a que é submetida. Não é à toa, portanto, que somos o país recordista de acidentes de trânsito. Por ano, morrem no Brasil cerca de 50 mil pessoas nas estradas – o que é muito mais que qualquer guerra atual, dessas que ocupam primeira página de jornal. Esse custo social é enorme: não há família no Brasil que não perdeu alguém em acidente automobilístico. Quando se analisa a questão, verifica-se que, na maioria das vezes, o uso do álcool, os distúrbios de sono ou os dois combinados são os causadores dos acidentes. Mesmo quando o motorista não bebeu e não apresentava histórico de distúrbio de sono, verifica-se que ele estava estressado e privado de sono.

O que resolveria o problema?

É preciso combinar ações: uma idéia seria tornar obrigatório o exame de polissonografia para motoristas profissionais. Com ele, é possível determinar se uma pessoa apresenta algum distúrbio de sono e, no caso do candidato a motorista profissional, se ele está apto a trabalhar na profissão. Outra necessidade é uma ampla campanha de informação da população sobre os distúrbios de sono. As pessoas precisam saber da existência desses problemas, como reagir e, mesmo, como buscar tratamento para eles. Uma coisa básica, por exemplo, é informar aos motoristas como devem agir frente ao sono. Quando sente sono na estrada, o motorista brasileiro faz um monte de manobras para driblar o sono: abre os vidros, põe música alta, toma um café, lava o rosto... Nada disso resolve! Ao contrário, essas manobras o prejudicam, porque camuflam o sinal de alerta do sono. No início, o sono avisa o sujeito de sua chegada, mas se ele é enganado, ocorre o rebote: o sono vem sem aviso e simplesmente apaga a pessoa.

Já existe algum programa para informação da população sobre os distúrbios de sono?

Com o financiamento da Fapesp, queremos justamente fazer isso: disseminar informações para a população, não apenas sobre os distúrbios, mas também sobre suas conseqüências sociais. Pretendemos alertar sobre os acidentes de trânsito causados por distúrbios de sono e tentar diminuir as estatísticas dramáticas que temos. Outro objetivo é reverter o uso abusivo de sedativos e hipnóticos entre a população brasileira. O consumo desses medicamentos no Brasil é um dos maiores do mundo. É uma epidemia absurda! Além de não resolver o problema da insônia, o uso de hipnóticos causa outros, como a dependência. Outro trabalho que considero necessário é tornar amplamente conhecida a relação entre o sono e o aproveitamento escolar em crianças. Crianças com distúrbios de sono têm baixo rendimento escolar. Os pais e os professores devem estar alertas para essa possibilidade e levar a criança a um especialista, caso o problema seja esse.

Quando sente sono na estrada, o motorista faz um monte de manobras para driblar o sono: abre os vidros, põe música alta, toma um café, lava o rosto... Nada disso resolve! Ao contrário, essas manobras o prejudicam, porque camuflam o sinal de alerta do sono

Mas em crianças e adolescentes, a sonolência diurna nem sempre é sinal de um distúrbio... Muitas vezes ela é apenas uma questão de maus hábitos...

É verdade! Antes da invenção da lâmpada elétrica, o sol vinha, acordava a todos, a melatonina era bloqueada, ficávamos alertas e tudo bem! O sol ia embora, a concentração de melatonina aumentava e as pessoas dormiam. Com a invenção da lâmpada elétrica e, mais recentemente, da televisão e do microcomputador, esse quadro mudou. Além de ▸

emitirem luz, a TV e o computador são divertidos e as pessoas passaram a ficar acordadas mais tempo durante a noite. Muitas esquecem que têm horário para acordar de manhã (para ir à escola, por exemplo) e acabam ficando privadas de sono durante a semana. Quando o final de semana chega e elas poderiam recuperar o sono, o que fazem? Rompem ainda mais o ritmo, indo a festas e dormindo ainda mais tarde. Não é à toa que o domingo à tarde é um horror: é quando as pessoas percebem indiretamente que seu ciclo de sono/vigília está totalmente alterado. Afinal, como elas vão dormir cedo no domingo se acordaram ao meio-dia? E se não dormirem cedo no domingo, como vão conseguir acordar cedo na segunda-feira? É óbvio que pessoas que quebram o ciclo sono/vigília desse jeito não conseguem melhor desempenho do que pessoas com ritmo normal. Nesse círculo vicioso, a pessoa vai acumulando perda de sono e há muita gente vivendo mal por causa disso.

O consumo de sedativos e hipnóticos no Brasil é dos maiores do mundo. É uma epidemia absurda! Além de não resolver o problema da insônia, o uso dessas drogas causa outros, como a dependência

O padrão de sono do adolescente já está estabelecido e, sabe-se, é diferente. Seria, então, justificável alterar o horário escolar para essa faixa etária?

Com certeza! Uma proposta razoável seria o turno da manhã nas escolas começar às nove horas. Já há conhecimento científico que justifique isso. Mas as dificuldades das mudanças de horários – de ordem administrativa, principalmente – acabam se sobrepondo às necessidades dos indivíduos. No entanto, já se sabe que isso não é bom e que o rendimento escolar de adolescentes nas horas iniciais da manhã é pequeno. Todo professor que dá as primeiras aulas sabe disso!

Além desse trabalho de esclarecimento sobre distúrbios de sono, o que mais se pretende com a ampliação das atividades do Instituto do Sono?

Pretendemos ampliar o atendimento, pois a demanda cresceu muito nos últimos anos. Hoje, mesmo com os 26 apartamentos que temos para realizar diagnósticos, a espera para exames chega a seis meses. Isso é ruim! Estamos ampliando as instalações com a construção de uma nova unidade que deverá ter 80 apartamentos. Também estamos tentando, em parceria com a indústria, desenvolver no país os aparelhos injetores de ar para uso de pacientes com paradas respiratórias. Nossa intenção é resolver uma contradição que existe atualmente no Brasil: fazemos o diagnóstico e praticamente não oferecemos o tratamento. Isso porque em muitos casos o tratamento indicado é o uso do aparelho injetor de ar durante o sono. Só que o custo desse aparelho importado é proibitivo para a maioria dos pacientes. Queremos, então, produzi-lo no país a custo menor e torná-lo disponível. Outra barreira que precisa também ser vencida é que o Sistema Único de Saúde e os convênios médicos passem a considerar o uso do aparelho como tratamento. Atualmente, ambos só custeiam cirurgias, que nem sempre são indicadas. Se não enfrentarmos essas questões, o que teremos a oferecer para o paciente diagnosticado de apnéia e que não tem recursos próprios? Nada.

Há dificuldade de diagnóstico dos distúrbios de sono por parte dos clínicos?

Em parte, sim, porque os estudos sobre distúrbios de sono são recentes. As próprias universidades ainda não estão suficientemente preparadas e equipadas para ensinar os médicos. Apenas a Universidade Federal de São Paulo tem uma disciplina no curso de Medicina específica para isso, chamada Medicina e Biologia do Sono. Em sua maioria, os médicos estão se formando sem uma noção clara do que é, de fato, um distúrbio do sono.

Há quanto tempo se desenvolvem pesquisas sobre o sono na Unifesp?

Nossas pesquisas começaram há mais de 20 anos, quando, em 1975, comecei a estudar os efeitos da maconha no organismo e acabei me desviando para os aspectos relativos à privação de sono. Isso foi bom, pois nos colocou entre os primeiros a desenvolver pesquisas sobre o tema. Apenas em 1979 apareceu a primeira classificação internacional dos distúrbios do sono e somente na década de 1980 o tema se estruturou como medicina e como ciência no mundo. O que existe hoje no Brasil é, portanto, até bastante avançado em relação ao que existe em outros países. Temos atualmente cerca de 150 laboratórios de sono no país, mas ainda precisamos investir na área, principalmente na formação de médicos especializados no tema. ■

SUA EMPRESA É INOVADORA?

INVESTE EM TECNOLOGIA?

A Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – é a principal agência do Governo Federal para o financiamento ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia no País.

Nosso foco é o apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Nossa atuação abrange todas as etapas do processo: da pesquisa básica à comercialização pioneira de produtos e processos. Essa é a nossa singularidade.

A FINEP é, hoje, a Agência Federal da Inovação e está pronta para enfrentar os desafios impostos pelo mundo globalizado.

PROCURE A FINEP

FINEP

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
www.finep.gov.br

SEAC
Tel.: (21) 555-0555
E-mail: seac@finep.gov.br

CT BRASIL
Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL
Trabalhando em todo o Brasil

Desvendando mistérios da herança biológica em humanos

Até pouco tempo atrás, acreditava-se que a quantidade de genes no código genético humano alcançava em torno de 100 mil. No entanto, os resultados de dois megaprojetos internacionais indicam que esse número não passa de 40 mil. Os artigos sobre o genoma humano foram publicados em edições especiais de ***Nature* (vol. 409, 6.822, 2001)** e ***Science* (vol. 291, 5.507, 2001)**.

Edições especiais da revista inglesa *Nature* e da norte-americana *Science*, publicadas respectivamente nos últimos 15 e 16 de fevereiro, apresentam versões detalhadas sobre o conjunto total do material hereditário (genoma) de nossa espécie.

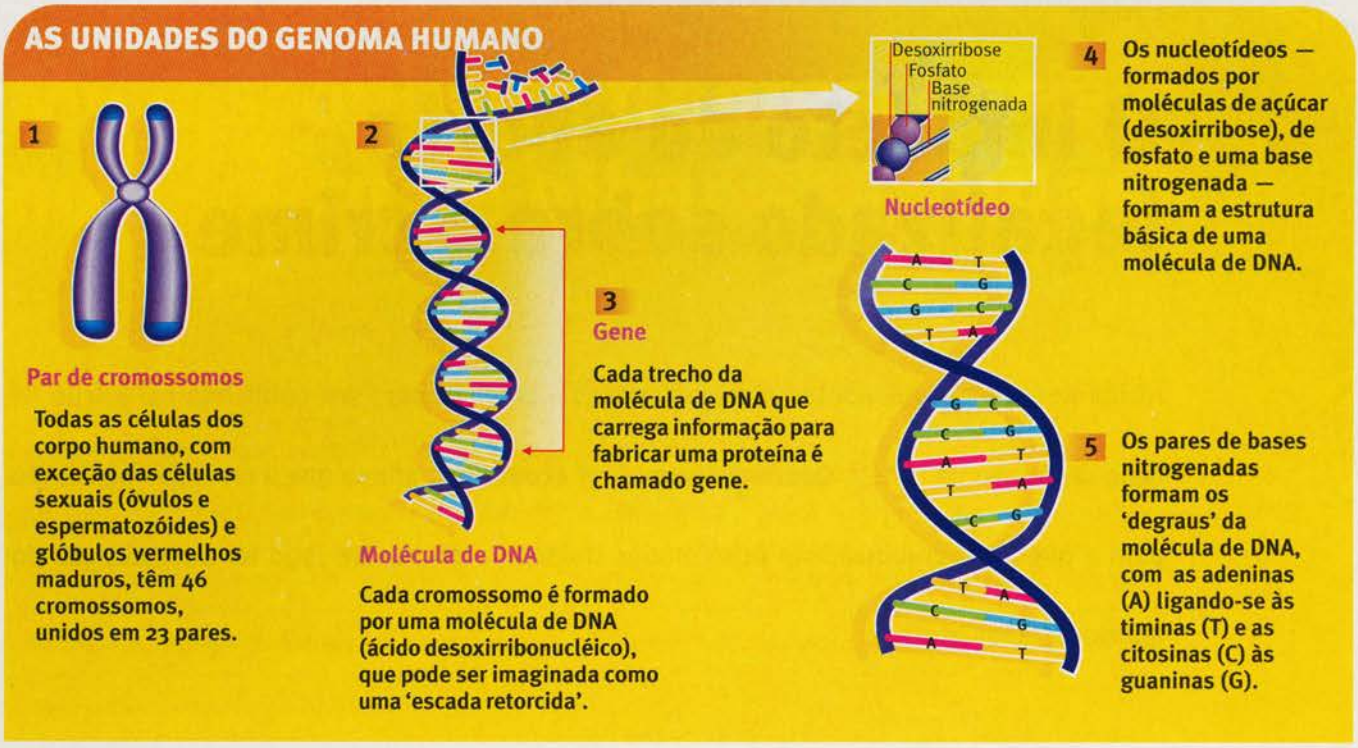
Na *Nature*, o artigo principal é obra coletiva do Consórcio Internacional para o Seqüenciamento do Genoma Humano, com lista de autores – indicada como parcial – contendo 194 pesquisadores afiliados a 22 centros dos Estados Unidos, da Inglaterra, do Japão, da França, da China e da Alemanha, encabeçada pelo norte-americano Eric Lander. Já o artigo da *Science* inclui o nome de 280 autores, vinculados a 14 instituições dos Estados Unidos, da Austrália, de Israel e da Espanha, sendo a lista encabeçada por Craig Venter, outro norte-americano.

A quantidade de informação apresentada por esses dois artigos é fenomenal, e será necessário muito tempo para que suas implicações possam ser completamente avaliadas. No entanto, alguns pontos já merecem exame e análise. O primeiro se refere ao número de genes (unidades funcionais, isto é, que participam da síntese de proteínas) de nosso genoma. Apesar do total de unidades (pares de bases nitrogenadas) deste material – isto é, do DNA, sigla para ácido desoxirribonucléico – ser da ordem de 3 bilhões, existiriam apenas de 30 mil a 40 mil genes no genoma humano.

Esse número é baseado em uma série de inferências que devemos aqui enfatizar: evidências diretas, obtidas de unidades que fabricam algo (denominadas transcricionais); e indiretas, baseadas em similaridades de seqüências com genes e proteínas já identificados, bem como em informação estatística sobre a maneira pela qual se realiza a ação gênica (como, de um gene, chega-se a processos fisiológicos e estruturas morfológicas específicas).

O valor obtido é muito menor do que se estimava há ainda pouco tempo: 100 mil. Deve ser salientado, no entanto, que, já em novembro do ano passado, Sandro de Souza e mais 78 pesquisadores brasileiros, baseados em uma nova técnica batizada Orestes e desenvolvida no Brasil, publicaram na prestigiosa revista norte-americana *Proceedings of the National Academy of Sciences* dados sugerindo que esse valor – isto é, de 30 mil a 40 mil genes – pode estar subestimado.

Só pela relação entre o número de nucleotídeos e o número de genes pode-se inferir que nosso genoma é constituído por extensos 'desertos', interrompidos em determinados pontos por 'oásis funcionais' (áreas formadas por genes envolvidos na síntese de pro-



teínas). Mas há muita variabilidade na densidade com que ocorrem essas áreas, que está relacionada com a estrutura da molécula de DNA. Assim, somente 5% do genoma é constituído por regiões com conteúdo (de 50% a 55%) de guanina + citosina (duas das quatro bases nitrogenadas que constituem o DNA). Mas é nessa porção – isto é, nesses 5% – que ocorrem 15% dos genes. Áreas com densidades de genes particularmente altas são encontradas nos cromossomos 17, 19 e 22, enquanto os dois cromossomos sexuais (X e Y) têm densidades baixas.

Um número desproporcionado de genes está envolvido no funcionamento do cérebro e na regulação do desenvolvimento ontogenético (como, de uma célula-ovo, surge um indivíduo adulto). Em nosso genoma, nada menos do que 223 regiões que codificam informações para a síntese de proteínas foram introduzidas por bactérias, enquanto praticamente metade de nosso material genético é constituído por elementos transponíveis, isto é, que andaram trocando de espécie e de lugar.

Assim, somos todos transgênicos, e a irmandade entre todos os seres vivos deixou de ser uma metáfora, transformando-se em frio fato científico. Isto não significa que não haja diferenças. Por exemplo, a taxa de mutação é duas vezes mais freqüente em homens do que em mulheres.

Falando em diversidade, pelo menos 1,5 milhão de sítios de nosso genoma é polimórfico, isto é, apresenta variação relativamente comum entre indivíduos. Embora menos de 1% dessa variabilidade resulte em mudanças protéicas, o significado dessa tremenda variação deve ser cuidadosamente investigado. São necessários, portanto, estudos em muitos mais indivíduos, distribuídos por continentes e etnias, do que os cinco a partir de cujos genomas alcançamos todas essas informações.

Bem, após todo esse esforço, existe algo ainda realmente importante para investigar? A resposta é sem dúvida afirmativa, a começar pelo estudo do proteoma, o equivalente protéico do genoma, ou seja, um tipo de mapa que relaciona os genes às suas respectivas proteínas. Várias linhas de evidência indicam que a montagem de proteínas em humanos é um processo muito mais complicado do que em outros organismos, sendo muito mais rica a arquitetura dos componentes protéicos (denominados domínios).

E é da própria natureza do conhecimento científico surgirem novos interrogantes a partir das respostas já estabelecidas. Andaram bem Lander e colegas ao citarem, no final de seu artigo, o poeta norte-americano T. S. Eliot (1888-1965) sobre a relação dialética fim e começo (ou começo e fim).

Francisco M. Salzano
Departamento de Genética,
Instituto de Biociências
Universidade Federal
do Rio Grande do Sul

SOCIOLOGIA

O impacto do aborto legalizado sobre o crime

Artigo de dois pesquisadores norte-americanos, previsto para ser publicado na edição de maio deste ano da revista ***Quarterly Journal of Economics***, afirma que a principal explicação para a queda da criminalidade nos Estados Unidos na década de 1990 foi a legalização do aborto 25 anos atrás.

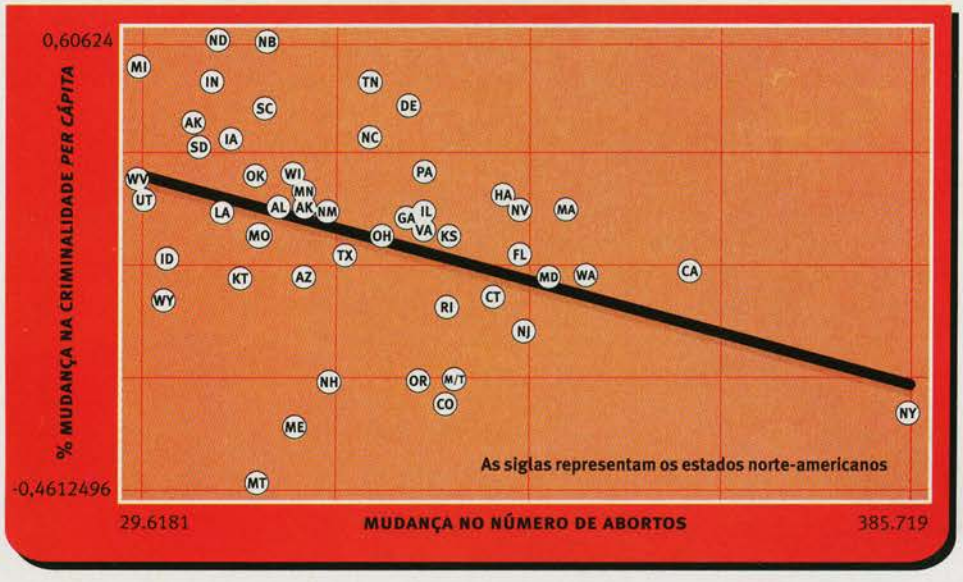
Assassinatos e outros crimes violentos vêm diminuindo dramaticamente nos Estados Unidos desde 1991. Não faltam explicações sensatas para o fenômeno, como, por exemplo, aumento da população carcerária, aumento dos contingentes policiais, estratégias mais eficazes nas políticas de segurança, queda no tráfico de drogas como crack e cocaína, o longo ciclo de expansão da economia norte-americana ou gastos maiores com segurança pessoal.

Entretanto, para John Donohue III e Steven Levitt, autores de "*The Impact of Legalized Abortion on Crime*" (O impacto do aborto legalizado sobre o crime)*, embora esse conjunto de fatores possa ter tido efeitos positivos, a principal explicação para a queda da criminalidade na década de 1990 nos Estados Unidos foi a legalização do aborto 25 anos atrás.

A análise estatística sugere que apenas a legalização do aborto – isto é, controlando aquelas outras variáveis – explica cerca da metade da queda observada na criminalidade entre 1991 e 1997.

Quais são, então, as possíveis razões para a forte correlação negativa observada entre o número de abortos em um determinado ano e as taxas de criminalidade nas coortes masculinas subseqüentes, ou seja, em idades de alta propensão ao crime ("*highest-crime years*")? Desde logo, para os autores, Donohue III e Levitt, professores, respectivamente, da Faculdade de Direito da Universidade de Stanford e do Departamento de Economia da Universidade de Chicago, uma razão seria, é claro, o menor número de criminosos.

Mas mais interessante e importante é a possibilidade de que os filhos tidos após a legalização do aborto apresentem menores taxas de criminalidade, devido a uma ou outra de duas razões: primeiro, porque as mulheres que



mais buscam o aborto são também as que mais apresentam riscos de terem filhos propensos ao crime, como é o caso das adolescentes, solteiras e pobres; segundo, porque as mulheres podem utilizar o aborto como instrumento de planejamento familiar ("*to optimize the timing of childbearing*"), evitando dar à luz em circunstâncias pouco propícias e, portanto, geradoras de futuros criminosos.

Os autores, porém, tomam o cuidado de advertir que buscaram tão-somente, através de uma análise 'positiva', estabelecer o vínculo causal entre o aborto legalizado e o declínio na ocorrência do crime violento contra a pessoa e a propriedade. Não pretenderam fazer qualquer análise 'normativa', sugerindo que tal relação seja 'boa' ou 'justa'.

Ainda bem, pois, sem entrar no mérito do debate sobre a legalização do aborto e nem no da qualidade da análise empírica, não é difícil imaginar pelo menos uma das muitas respostas que certamente os militantes de movimentos antiaborto darão ao artigo: para combater o crime – bem como a gravidez indesejada – deve haver outras alternativas além da eliminação no útero – e sem direito de defesa – de fetos de 'criminosos em potencial'!

Claudio Salm
Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

*** Disponível em http://papers.ssrn.com paper.taf?abstract_id=247188**

Mais um nome para a lista de elementos químicos com os quais já se obteve a chamada condensação de Bose-Einstein, um estado resfriado (temperatura próxima ao zero absoluto) da matéria no qual as partículas adquirem um comportamento coletivo, como se fossem um 'superátomo'. Desta vez, foi com o hélio, que agora se junta ao hidrogênio, lítio, sódio e rubídio. (*Science*, 16/03/01)

BIOQUÍMICA MOLECULAR

SINALIZADOR DA METÁSTASE

Cientistas dos Estados Unidos podem ter descoberto a tática com a qual as células cancerosas rumam para regiões do corpo distantes do tumor inicial. Essa migração é denominada metástase e responsável, em grande parte, pela complicação do quadro clínico ou morte do paciente.

Por exemplo, no caso dos leucócitos (glóbulos brancos do sangue), sabe-se que esse processo de migração é intermediado por moléculas sinalizadoras, as quimioquinas. Assim, essas células de defesa do organismo são levadas do local onde são produzidas até as regiões do corpo onde elas são necessárias através de um processo químico que 'sinaliza' o caminho.

Com base nesse processo, pesquisadores do Instituto de Pesquisa DNAX, em Palo Alto, Califórnia (Estados Unidos), tentaram verificar se as quimioquinas também seriam responsáveis por guiar as células tumorais a outras regiões do corpo. Como modelo, foi estudado o câncer de mama.

Os pesquisadores descobriram que gânglios linfáticos, medula óssea, pulmões e fígado, órgãos comumente atacados pelas células cancerosas originárias nas mamas, expressavam quimioquinas. Em ratos injetados com células cancerosas, os pesquisadores conseguiram evitar a metástase depois de fazer com que as células de outros órgãos não produzissem quimioquinas.

Em um comentário na mesma edição, Lance Liotta, do Instituto Nacional do Câncer, nos Estados Unidos, alerta para o fato de que "ainda é preciso aprofundar o papel dessas moléculas em relação ao câncer".

Nature, 01/03/01

ECOLOGIA

RECONHECENDO PARENTES PELAS BACTÉRIAS

No reino animal, o comportamento altruístico é em geral demonstrado em relação a parentes. Em insetos sociais, como formigas e abelhas, em que os membros de uma mesma colméia ou formigueiro mantêm parentesco, o reconhecimento é feito através de odores.

No entanto, trabalho recente propõe um mecanismo diferente para o reconhecimento entre cupins. O estímulo continua sendo olfativo, porém a fonte passa a ser uma bactéria que vive no intestino desses insetos e varia de cupinzeiro para cupinzeiro. As fezes estariam envolvidas no reconhecimento entre parentes, já que elas são rotineiramente usadas pelos cupins na construção dos cupinzeiros.

Para testar a hipótese, os autores do trabalho manipularam a composição de bactérias extraídas do intestino de cupins e isso afetou o reconhecimento pelos companheiros da mesma colônia. Além disso, observaram que os insetos expostos a bactérias extraídas de indivíduos de outras colônias acabavam sendo atacados pelos parentes. O trabalho sugere que o papel da colaboração (simbiose) entre bactérias e insetos pode ir além da cooperação digestiva.

Oikos, 92, 1, 2001

Identificado o primeiro gene associado ao câncer de próstata. Denominado ELAC2, ele pode estar envolvido em até 5% dos casos da doença, percentual considerado alto por especialistas. Os autores do estudo acreditam que há outros genes envolvidos. (*Nature Genetics*, 02/01)

Um filme superfino, dividido em 'ilhotas' com a ajuda de jatos de íons, pode se transformar na próxima geração de mídia magnética. As dimensões das caselas criadas no filme (à base de cobalto, cromo e platina) variou entre 80 e 230 bilionésimos de metro (nm). Nelas, foi possível armazenar uma densidade de informação equivalente a até 16 bilhões de bits por centímetro quadrado (Gbit/cm²). Mídias magnéticas hoje no mercado chegam, em média, a 1 Gbit/cm² (*Applied Physics Letters*, 78, 990, 2001)

FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO

SUPERCONDUTOR COMUM E BARATO

A próxima geração de supercondutores, materiais que conduzem corrente elétrica praticamente sem desperdiçar energia, pode ser à base de um composto químico relativamente barato e corriqueiro.

Supercondutores, a partir de uma certa temperatura (temperatura crítica), passam a praticamente não mais oferecer resistência à passagem de corrente e, sendo assim, não cessam as perdas de

FÍSICA EXPERIMENTAL

MATÉRIA *VERSUS* ANTIMATÉRIA

Resultados de um experimento no Acelerador Linear de Stanford (SLAC), nos Estados Unidos, podem dar a resposta para uma das questões mais fundamentais e intrigantes da física: o que aconteceu com a antimatéria criada no *Big Bang*, a explosão que deu origem ao universo.

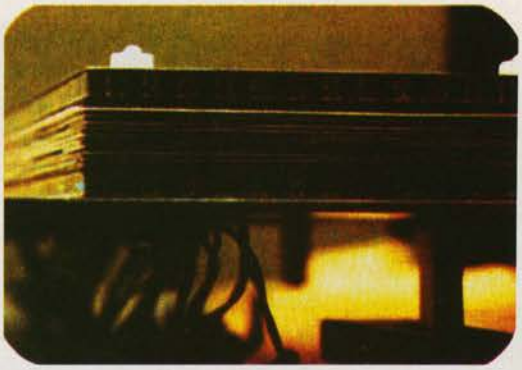
Sabe-se pela teoria que a mesma quantidade de matéria e antimatéria deveria ter sido formada nesse início. E isso levaria o universo a desaparecer logo após sua criação, pois, quando matéria e antimatéria se encontram, elas se aniquilam mutuamente, deixando como resultado um rastro de energia.

Mas, obviamente, houve uma preponderante de matéria nesse processo – pelo menos em nosso setor do universo, como provam as galáxias, as estrelas, os planetas e, em menor escala, as moléculas e os átomos.

Para que houvesse essa assimetria entre matéria e antimatéria seria necessária, explicam os especialistas, a violação de um dos princípios mais fortes da física: a simetria CP (C para carga, P para paridade). Ainda na década de 1960, foi provado que uma violação assim acontecia com os méson K e sua antimatéria (antiméson K) quando eles decaíam, ou seja, se transformavam em outras partículas. Nesse caso, matéria e de antimatéria apresentavam diferenças sutis no processo de decaimento.

Agora, os pesquisadores do detector B Factory, no SLAC, afirmam ter observado a violação de CP para os mésons B, mostrando que o decaimento de matéria (mésons B) e antimatéria (antimésons B) diferem em alguns aspectos.

Pode ter sido essa diminuta variação que tenha feito com que, logo após o *Big Bang*, a natureza tenha dado preferência pela matéria. Os pesquisadores do SLAC chegaram a um número – conhecido no jargão da física como seno de 2 beta – igual a 0,33, medida com precisão duas vezes maior que as anteriores.



Protótipo de um detector que fará parte do Sistema de Múons do LHCb

Paralelamente, cientistas do Laboratório KEK (Japão), também dedicado ao estudo dos mésons B, chegaram a um valor de 0,58. Os dois grupos submeteram seus trabalhos à mesma publicação, que pretende apresentá-los na mesma edição.

Physical Review Letters, 86, 12, 2001

Estudo mostra que, cinco anos após serem submetidos a pontes de safena, 42% de 261 pacientes estudados apresentaram declínio marcante nas funções cognitivas em testes de habilidade mental. O trabalho sugere que os danos cerebrais estejam relacionados com a cirurgia (*New England Journal of Medicine*, 344, 6, 2001).

energia nesse processo. Em um fio de cobre, por exemplo, parte da energia transportada é transformada em calor.

Porém, uma das grandes limitações dos supercondutores é que eles devem ser resfriados a temperaturas muito baixas, próximas ao chamado zero absoluto (cerca de 273° celsius negativos). E isso torna o processo economicamente inviável.

Jun Akimitsu e colegas, da Universidade Aoyama-Gakuin (Tóquio), afirmam que um composto químico à base de magnésio (MgB_2) apresenta propriedades supercondutoras a menos 243° celsius — temperatura relativamente alta se comparada à de outros supercondutores.

Os pesquisadores esperam ainda que pequenas alterações na composição desse material possam elevar ainda mais a temperatura crítica e torná-lo uma opção economicamente viável como um supercondutor. Em um comentário sobre o artigo, Bob Cava, da Universidade de Princeton, diz que há ainda a chance de o MgB_2 apresentar uma capacidade superior de transporte de corrente elétrica se comparado a outros supercondutores conhecidos.

Nature, 01/03/01

EVOLUÇÃO

CLASSIFICAÇÃO PELO ODOR

Além do método baseado nas características morfológicas, usa-se hoje, cada vez mais, as ferramentas da genética, como o seqüenciamento de DNA, para estabelecer o relacionamento filogenético entre animais e plantas. Quando esses dois métodos levam ao mesmo resultado, a classificação é considerada consistente.

Porém, para o caso dos gatos (família Felidae), a análise morfológica e genética parecem não chegar a um resultado consensual. Para tentar solucionar o problema, foi proposta uma nova técnica, baseada nas substâncias excretadas pelas glândulas anais de odor. É através desse cheiro que os gatos reconhecem indivíduos da mesma espécie.

Segundo um dos autores, Olaf Bininda-Emonds, da Universidade da Califórnia, em Davis (Estados Unidos), a análise de substâncias (lipídios) desse coquetel químico, extraído de 16 espécies de gatos, produziu resultados extremamente consistentes e pode ser usada para estabelecer com mais precisão relações de parentesco dentro da família dos felinos.

Biological Journal of the Linnean Society, 72, 1, 2001

FOTO EXTRAÍDA DE WWW.GO.TO/GATOS

Divulgados resultados considerados animadores de testes com insulina inalável em pacientes com diabetes do tipo 1, que surge nos primeiros anos de vida ou próximo à adolescência. Segundo os autores, apesar do otimismo inicial, medicamento semelhante só deve chegar ao mercado daqui a cinco anos. (*The Lancet*, 357, 9.253, 2001)

Identificado gene que pode ser a causa da esquizofrenia catatônica, que tem caráter hereditário e é marcada por sintomas como alucinações, delírios e movimentos corporais involuntários. A proteína associada ao gene, localizado no cromossomo 22, foi denominada WKL1. (*Molecular Psychiatry*, 6, 3, 2001).

Estudo afirma que a proteína Fzo1 desempenha um papel fundamental na fusão de mitocôndrias ('fábricas' de energia celular). Ainda pouco conhecido, o processo é considerado complexo por envolver a união de duas membranas (interna e externa) de cada uma das estruturas que se fundem. (*Journal of Cell Biology*, 152, 683, 2001)

CÁSSIO LEITE VIEIRA — Ciência Hoje/ RJ

A **CIÊNCIA HOJE** é uma revista de divulgação científica, que pretende apresentar resultados de pesquisas feitas no Brasil e no exterior – de qualquer área do conhecimento científico – para um público amplo e heterogêneo. Os leitores são, em geral, estudantes e professores de ensino médio, universitários e leigos que se interessam por ciência, mas não dominam necessariamente conceitos básicos de todas as áreas. Os textos da revista exigem, portanto, **clareza** e o máximo de **simplicidade**.

AVALIAÇÃO Todos os artigos, espontâneos ou encomendados, são avaliados pelos editores de *Ciência Hoje* e por especialistas da área abordada quanto à qualidade científica e à conveniência de sua publicação. Com base nessa avaliação, os artigos podem ser recusados ou pode ser solicitada uma segunda versão ao autor. Os artigos aprovados são selecionados para publicação de acordo com a avaliação dos editores, levando em conta a programação editorial da revista. É bom ressaltar que a linguagem usada em textos de **divulgação científica** deve ser diferente da empregada em revistas científicas especializadas.

Todos os artigos aceitos para publicação passam por uma revisão de linguagem (edição de texto) para adaptá-los formalmente ao estilo da revista. O texto final é submetido novamente aos autores para a aprovação das possíveis modificações. Títulos e subtítulos ficam a critério dos editores, mas a Redação aceita sugestões.

SEÇÕES DA REVISTA Os textos de *Ciência Hoje* estão divididos em dois tipos: **ARTIGOS** e **SEÇÕES**. Em ambos, o ideal é que os trabalhos incluam referências à contribuição do autor ao tema abordado. Uma boa avaliação prévia do autor sobre o tipo de texto que deseja escrever (se artigo ou seção) favorece a edição e diminui a possibilidade de o texto ser reduzido.

ARTIGOS • Os artigos devem apresentar uma abordagem ampla e aprofundada sobre temas de maior abrangência e interesse geral.

SEÇÕES • Os textos para as seções focalizam assuntos específicos. São elas:

Mundo de Ciência • Comentários de cientistas sobre pesquisas relevantes de terceiros realizadas, em geral, no exterior e publicadas em revistas científicas (fontes primárias), como *Science* e *Nature*.

Em Dia • Matérias jornalísticas sobre temas atuais e pesquisas recentemente desenvolvidas em universidades brasileiras.

Opinião • Avaliação crítica de temas relacionados com ciência, política científica e tecnologia. É importante que os fatos e argumentos sejam abordados com objetividade, permitindo ao leitor construir sua própria opinião sobre o assunto.

Primeira linha • Textos de cientistas sobre pesquisas feitas no Brasil, com destaque para os resultados obtidos e a metodologia adotada.

Memória • Textos (de jornalistas e cientistas) sobre aspectos poucos difundidos da história da ciência. Os textos devem ser pouco técnicos, destacando o contexto da época da descoberta e também os personagens envolvidos.

Resenha • Apresentação crítica de um livro de interesse científico. Não deve descrever a obra por capítulos.

Ensaio • Reflexões sobre temas de interesse científico que não se encaixam – por seu caráter especulativo ou literário – na seção Opinião.

NORMAS **Tamanho** • Os **ARTIGOS** não devem exceder 12.600 caracteres (2.400 palavras). Já os textos a serem publicados nas **SEÇÕES** da revista devem ter, no máximo, 6.300 caracteres (1.200 palavras). Com exceção das **Resenhas** que têm cerca de 3.200 caracteres (600 palavras). **Textos acima dos tamanhos mencionados serão devolvidos para os respectivos autores, que poderão submetê-los novamente depois de adequá-los aos padrões editoriais.**

Dados do autor • Os autores devem fornecer nome completo, vínculo institucional mais relevante (instituição e departamento), cargo (função), especialidade e endereço (profissional e residencial, com telefone, fax e e.mail). **Não se aceitam artigos com mais de quatro autores. Lembre-se que se trata de textos de divulgação científica.**

Abertura • Faça um pequeno resumo do texto (500 caracteres ou 100 palavras), incluindo as conclusões do trabalho.

Siglas • Evite-as. Se necessárias, devem ser explicadas por extenso e entre parênteses.

Abreviaturas • Não devem ser usadas.

Menções • Quando houver menção a outros autores, deve ser fornecido prenome e nome da pessoa citada, sua especialidade, nacionalidade e ano de nascimento e morte para os já falecidos. Exemplo: O físico alemão Albert Einstein (1879-1955).

Notas de pé de página e agradecimentos • Por razões de estilo, a revista **NÃO** os usa. Eventuais citações e referências – sucintas – devem ser incorporadas ao artigo.

Sugestões de leitura • Só são exigidas nos **ARTIGOS**. Deve ser fornecida uma pequena lista (**até quatro títulos**) de livros sobre o tema abordado. Dê preferência a livros de divulgação, publicados em português. Os livros devem conter sobrenome e iniciais do prenome do autor, título, cidade da publicação, editora e ano.

Ilustrações • Os artigos devem ser acompanhados por **ilustrações** (fotografias, desenhos, mapas, gráficos e/ou tabelas) que podem ou não ser referidas no texto. Todas as ilustrações devem ser acompanhadas de legendas explicativas e créditos. Em caso de foto cor, deve ser dada preferência a cromos (slides) que permitem melhor reprodução gráfica. As fotos em preto e branco devem, se possível, ser em papel brilhante, na ampliação 9 x 12 cm. Gráficos, mapas e tabelas devem ser informativos e podem sofrer modificações formais pelo Departamento de Arte. Palavras e números não devem ser incluídos sobre a ilustração. Sua posição deve ser indicada em cópia xerox do original. Imagens enviadas em disquete devem ter uma resolução de, no mínimo, 300 DPI. Gráficos e tabelas (em disquete) podem ser enviados nas extensões TIF, EPS, CDR, PPT e JPG.

Foto do autor (somente para a seção **OPINIÃO**) • Pedimos o envio de uma ou mais fotos pessoais (com boa definição e, no mínimo, ampliada em 9 x 12 cm) para publicação junto com o texto. Escolha as mais descontraídas (o cenário é livre) e as que o retratem melhor.

CH On-line • O material para publicação (artigo e fotos) pode ser usado pelo serviço On-line da revista para divulgação do mesmo. Se tiver algum recurso a mais — como filmes, vídeos ou sons — para enriquecer seu artigo, envie-o para a redação.

DICAS **Lembre-se de seu público** • Estudantes de ensino médio e universitários não são obrigados a entender tudo sobre qualquer área. Explique noções que podem parecer básicas mas que não são necessariamente conhecidas pelo público geral.

Use analogias • Comparações com situações concretas ajudam a aproximar conceitos teóricos ou abstratos da realidade do leitor.

Não use palavras difíceis nem jargões • Evite termos técnicos que só afastam o leitor. Procure palavras semelhantes mais simples. Sempre é possível explicar conceitos difíceis. Quando for inevitável — inevitável mesmo — use a tal palavra mas explique em seguida do que se trata.

Capriche na abertura • As linhas iniciais são fundamentais para prender a atenção do leitor. Conte parte de suas conclusões no início. Imagens fortes, depoimentos de impacto, temas de interesse, analogias ou toques de humor podem ser usados para motivar a leitura do texto.

Seja conciso • O espaço da revista e o tempo do leitor são preciosos. Procure dar a informação essencial — sem se apegar a detalhes — da forma mais concisa possível.

DIREITOS AUTORAIS Os direitos autorais passam a ser propriedade da revista.

ENDEREÇO PARA ENVIO DOS ARTIGOS **O original (impresso e em disquete, ou via e-mail) e duas cópias do texto (acompanhados de ilustrações e legendas) devem ser encaminhados para: CIÊNCIA HOJE - Secretaria de Redação - Av. Venceslau Brás, 71 - fundos - casa 27 - CEP 22290-140 - Rio de Janeiro - RJ. Tel.: (21) 295-4846 - Fax: (21) 541-5342 - E.mail: chojered@sbpcnet.org.br**

Mais veloz qu

A possível existência de objetos mais velozes que a luz tem chamado a atenção dos físicos desde tempos remotos. Porém, as pesquisas nessa área só ganharam fôlego a partir da década de 1960, após permanecerem estagnadas por praticamente 50 anos, devido a um trabalho no qual foi sugerido que a existência de partículas superluminais, os táquions, permitiria o envio de informações para o passado. Recentemente, a possibilidade de fenômenos superluminais foi reforçada pelos resultados de importantes experimentos.

Erasmo Recami
Centro de Componentes Semicondutores, Universidade Estadual de Campinas

Michel Z. Rached
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas

Mais rápidos que a luz?

Provavelmente, um dos primeiros cientistas a falar de 'partículas mais velozes que os raios do Sol' foi Lucrécio, por volta de 50 a.C., em sua famosa obra *De rerum natura*. No século 19 e nos primeiros anos do século 20, já havia estudos a esse respeito, feitos, em particular, pelo físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940), descobridor do elétron em 1897, e pelo físico alemão Arnold Sommerfeld (1868-1951).

A partir de 1905, com o advento da teoria da relatividade restrita, idealizada pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955), difundiu-se a convicção de que a velocidade da luz no vácuo – indicada, no jargão da física, pela letra c – fosse necessariamente o limite superior de toda velocidade. Em 1917, o físico norte-americano Richard Chase Tolman (1881-1948) acreditou ter demonstrado, através da formulação de um paradoxo, que a existência de partículas com velocidades maiores que c permitiria o envio de informações ao passado.

Essa convicção bloqueou por meio século – com exceção de um trabalho isolado, de 1922, do matemático italiano Carlo Somigliana (1860-1955) – as pesquisas sobre velocidades superluminais ($v > c$). Esses estudos só retornariam a partir das décadas de 1960 e 1970, principalmente nos Estados Unidos, com os trabalhos do físico indiano George Sudarshan e colaboradores, e na Europa, com as pesquisas de um dos autores deste artigo (E. Recami) e colegas.

Velozes e lentos

Os objetos superluminais foram chamados táquions (T) pelo físico norte-americano Gerald Feinberg (1933-1992), com referência à palavra grega ταχύς (veloz), que, por sua vez, induziu-nos a cunhar o termo brádion (B), para os objetos ordinários subluminais ($v < c$), a partir da palavra grega βραδύς (lento).

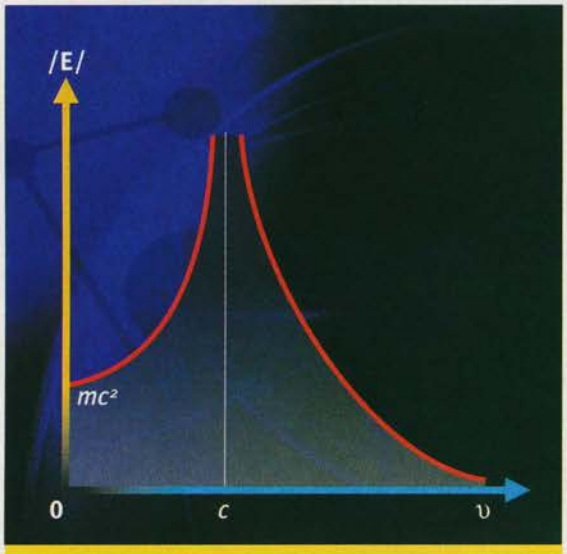


Figura 1. Variação da energia (*E*) de um objeto livre, de massa *m*, em função de sua velocidade, segundo fórmula proposta pela teoria da relatividade estendida. Note-se que a reta vertical indicada por *c* (velocidade da luz no vácuo) representa um limite superior de velocidade para as partículas ordinárias, subluminais (brádions). A curva à direita de *c* descreve a variação de energia em função da velocidade para objetos superluminais (táquions) – para estes, curiosamente, quanto menor a energia maior sua velocidade, sendo *c*, portanto, um limite inferior. Nos dois casos, a quantidade de energia tende ao infinito quando as velocidades dos objetos se aproximam de *c*, tanto pela esquerda quanto pela direita

Em anos recentes, porém, os termos táquion e superluminal caíram, infelizmente, nas mãos – mais espertas do que loucas – de curandeiros e simples charlatães, que passaram a usurpar dinheiro de pessoas ingênuas, vendendo a elas, por exemplo, esparadrapos que curariam várias enfermidades através da 'emissão de táquions'!

Neste artigo, no entanto, estamos nos referindo a objetos que aparecem em, pelo menos, quatro diferentes setores da física experimental, sugerindo a existência de movimentos superluminais. Por exemplo, na edição de 30 de maio de 2000, o jornal norte-americano *The New York Times* noticiou dois desses experimentos, sendo logo seguido pela imprensa de todo o mundo.

Postulados simples e naturais

Podemos afirmar que, a partir de seus postulados usuais, a teoria da relatividade restrita pode ser generalizada de modo a também englobar objetos superluminais. Essa extensão foi em grande parte desenvolvida pela escola ítalo-brasileira, através de uma série de trabalhos iniciados nas décadas de 1960 e 1970, em Campinas e nas cidades italianas de Milão, Catânia e Bérgamo.

Amplamente comprovada até os dias de hoje, a relatividade restrita, de 1905, pode ser construída sobre dois postulados simples e naturais:

1) As leis físicas não são válidas apenas para um observador particular, mas para toda a classe dos observadores 'inerciais' (que se encontram em movimento retilíneo uniforme uns em relação aos outros);

2) Espaço e tempo são homogêneos, e o espaço é isotrópico, isto é, o espaço-tempo tem as mesmas propriedades em todos os pontos, e o espaço em todas as direções.

Deixando de lado detalhes matemáticos da teoria, é possível deduzir, a partir desses dois postulados, que há uma e apenas uma velocidade que é *invariante*. E a experiência nos mostra que essa velocidade é *c*, ou seja, a velocidade da luz no vácuo, a qual equivale a aproximadamente 300 mil quilômetros por segundo. De fato, a luz tem a característica de apresentar a mesma velocidade quando corrermos ao seu encontro ou quando fugirmos dela.

É justamente esse caráter, isto é, o de ter sempre o mesmo valor em relação a todo observador, que faz a velocidade da luz ser absolutamente excepcional – nenhum brádion ou táquion podem ter a mesma propriedade!

Ao norte do Himalaia

Outra conseqüência desses dois postulados é que a energia total de um objeto comum, subluminal, cresce com o aumento de sua velocidade *v*, tendendo ao infinito à medida que *v* se aproxima de *c*. Sendo assim, seria necessária uma quantidade de energia infinita – e, portanto, forças infinitas – para acelerar um brádion até a velocidade da luz.

Esse fato produziu a opinião difusa de que a velocidade da luz não pode ser atingida nem superada. Porém, da mesma forma que os fótons existem – 'nascendo', 'vivendo' e 'morrendo' com a velocidade da luz, sem a necessidade de serem acelerados até ela – podem existir também objetos, os táquions, que sempre viajam com velocidade *v* maior que *c* (figura 1).

George Sudarshan ilustrou essa possibilidade através de uma analogia interessante: "Vamos supor que um demógrafo que estuda a população da Índia venha com a ingênua afirmação de que não há pessoas ao norte do Himalaia, dado que nunca alguém superou tais montanhas. Essa seria uma

conclusão absurda. As pessoas da Ásia Central nascem e vivem no norte do Himalaia. Elas não precisaram nascer na Índia e então ultrapassar as montanhas. O mesmo vale para as partículas com velocidades maiores que a da luz".

Em nossa teoria 'estendida' da relatividade restrita – isto é, em sua versão generalizada para também englobar objetos superluminais –, a velocidade da luz também aparece como um invariante, isto é, um limite de velocidade para todos os corpos com massa. Porém, todo valor limite tem dois lados, e podemos nos aproximar dele pela esquerda ou pela direita.

Na realidade, a formulação usual da relatividade restrita é muito limitada: por exemplo, essa teoria pode facilmente ser ampliada de modo a incluir também a antimatéria, cujas propriedades são semelhantes à da matéria, com exceção de alguns parâmetros que são invertidos, como o sinal da carga elétrica.

Mas deixemos de lado a antimatéria e voltemos aos táquions. Uma forte objeção à sua existência se baseia na opinião de que, com a ajuda de táquions, sinais poderiam ser enviados ao passado. Devemos lembrar aqui que a teoria da 'relatividade estendida' permite a resolução desses paradoxos causais (figura 2) –paradoxos tanto mais instrutivos e divertidos quanto mais sofisticados.

Ao longo do século 20, vários paradoxos foram propostos. Entre os autores, além de Tolman, estão físicos de várias nacionalidades, como o escocês John Bell (1928-1990), o inglês Felix Pirani, o norte-americano James Edmonds, entre outros. Não é o caso de descrever esses paradoxos aqui. Em vez disso, vamos falar sobre alguns resultados experimentais importantes que sugerem a realidade física de fenômenos envolvendo velocidades superiores a *c*.

Quatro evidências

Em *primeiro* lugar, vale destacar uma série de experimentos iniciados em 1971 e que envolvem o estudo de neutrinos, partículas sem carga elétrica e com massa que se supõe extremamente pequena. Esses experimentos parecem indicar que o quadrado da massa de uma das três variedades de neutrinos (mais especificamente, neutrinos associados à partícula múon) é negativo. Mais recentemente, outros resultados parecem indicar que também seja negativo o quadrado da massa de uma segunda variedade de neutrinos, aqueles associados ao elétron. Em ambos os casos, essa relação equivaleria a dizer que esses neutrinos são taquiônicos – ou, pelo menos, que em boa parte sejam taquiônicos.

Em *segundo* lugar, outras observações experimentais – também desde 1971, mas dessa vez em astrofísica – têm revelado a presença de objetos muito velozes expelidos pelo núcleo de vários quasares. Caso os quasares estejam muito distantes da Terra – como geralmente é aceito –, essas velocidades de expulsão seriam então superluminais. Porém, alguns autores renomados, como o astrofísico norte-americano Harlton Arp, alertaram para o fato de que os quasares podem estar mais próximos de

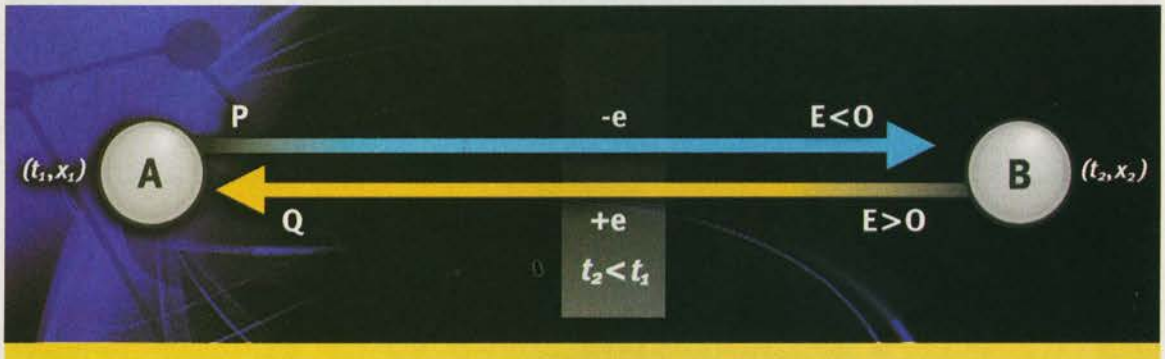


Figura 2. Um táquion que aparece com energia positiva para um observador, poderá aparecer com energia negativa para outro – e viajando com direção temporal invertida, isto é, para o passado! Durante anos, essas duas propriedades (energia negativa e reversão temporal) dificultaram a aceitação da existência de objetos superluminais pelos físicos. Mas esses obstáculos podem ser vencidos com base no chamado 'princípio de reinterpretação' de Stueckelberg-Feynman-Sudarshan-Recami. Imaginemos que A e B troquem uma partícula (P) de energia negativa (e carga elétrica – *e*) e que viaje para o passado ($t_2 < t_1$). Para qualquer observador real, esse processo aparece sob a forma de uma troca, desta vez entre B e A, de uma partícula, Q, dotada de energia positiva (e carga elétrica + *e*), viajando para a frente no tempo. Assim, a partícula Q aparecerá, para o observador, como a antipartícula, P, da partícula inicial P. O princípio de reinterpretação elimina qualquer movimento para o passado, bem como qualquer energia negativa, e, além disso, permite deduzir a existência da *antimatéria* a partir da teoria da relatividade

nós que o previsto. E, nesse caso, as velocidades em questão poderiam ser subluminais.

Nos últimos anos, no entanto, têm sido descobertas expansões superluminais aparentes no interior de certos objetos celestes – provisoriamente batizados microquasares – que habitam a Via Láctea, nossa galáxia. E, nesse caso, as incertezas sobre as distâncias são de pouca importância. Assim, as expansões observadas poderiam ser superluminais – mesmo que tenham sido tentadas interpretações mais 'ortodoxas'.

Em *terceiro* lugar, no âmbito da mecânica quântica (teoria que rege os fenômenos na dimensão das moléculas e dos átomos e suas subpartículas), experimentos têm verificado que um fenômeno peculiar do mundo quântico ocorre com velocidade superior a *c*. Denominado efeito de tunelamento, esse fenômeno tem a ver com a propriedade de partículas subatômicas e de fótons conseguirem atravessar certas 'barreiras' (forças de repulsão elétrica ou forças nucleares de coesão, por exemplo) sem ter energia suficiente para isso. Experimentos feitos a partir de 1992 verificaram que esses processos ocorrem mesmo com velocidades taquiônicas.

Essas experiências foram feitas, no caso dos fótons, pelo físico alemão Guenter Nintz, na Universidade de Colônia (Alemanha), pelo grupo de Ray Chiao e Aephraim Steinberg, da Universidade de Berkeley (Estados Unidos), por Anedio Ranfagni e colegas, na Universidade de Florença (Itália), e por outros pesquisadores em Viena (Áustria), Orsay e Rennes (França). Esses resultados ganharam vasta repercussão na comunidade científica internacional, bem como na mídia e na literatura não especializada. Foram noticiados pelas revistas de divulgação científica *Scientific American* (Estados Unidos) e *New Scientist* (Grã-Bretanha), bem como pela revista semanal *Newsweek*.

Vale notar que, do ponto de vista da física clássica, fótons 'em tunelamento' são, na verdade, um tipo particular de ondas eletromagnéticas (denominadas ondas evanescentes). E que também, a partir da relatividade estendida, já se sabia que essas ondas tinham velocidade maior que *c*, como foi confirmado através de simulações numéricas. Tudo parece então autoconsistente!

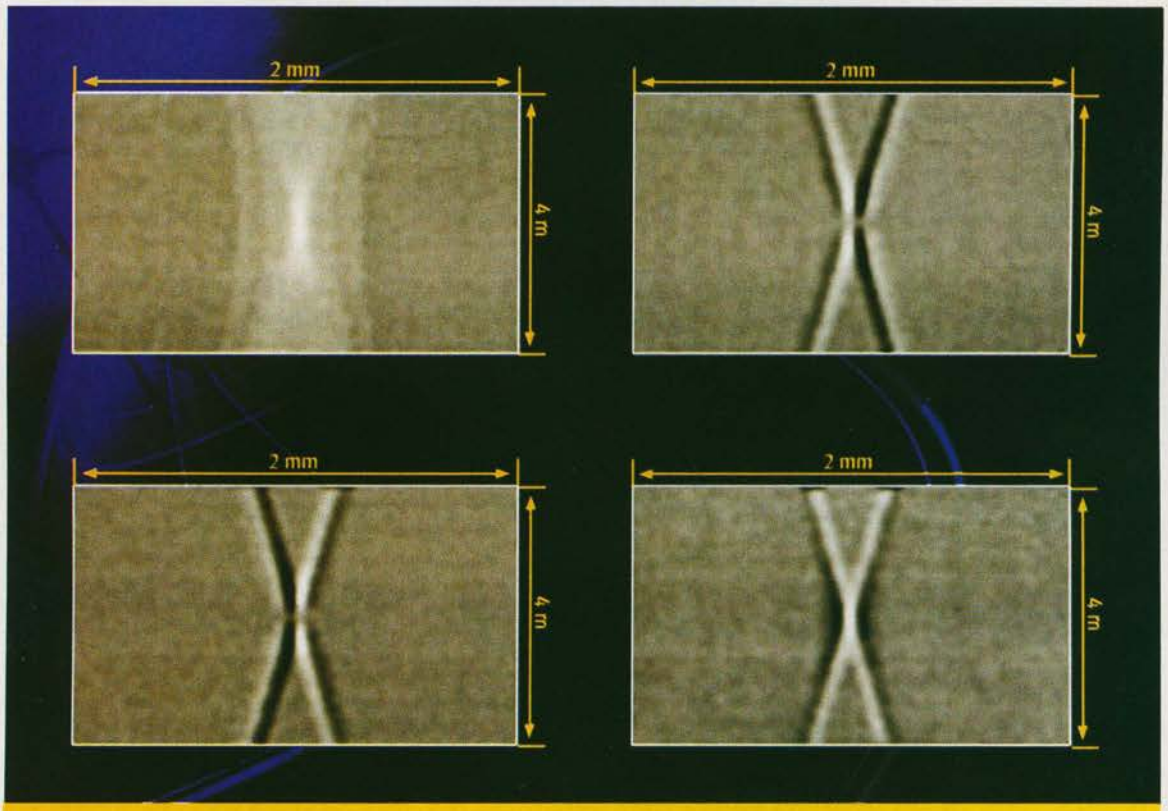


Figura 3. Recentemente, foi descoberto que as equações que descrevem o comportamento das ondas, tanto mecânicas (som, por exemplo) quanto eletromagnéticas (luz), indicam a possibilidade de existência de ondas *localizadas* superluminais – ou supersônicas –, que segundo a relatividade estendida teriam a forma de 'X', como foi previsto em 1980. No esquema acima, está uma previsão teórica de ondas superluminais localizadas em forma de 'X' para o caso eletromagnético

FOTO: AMC

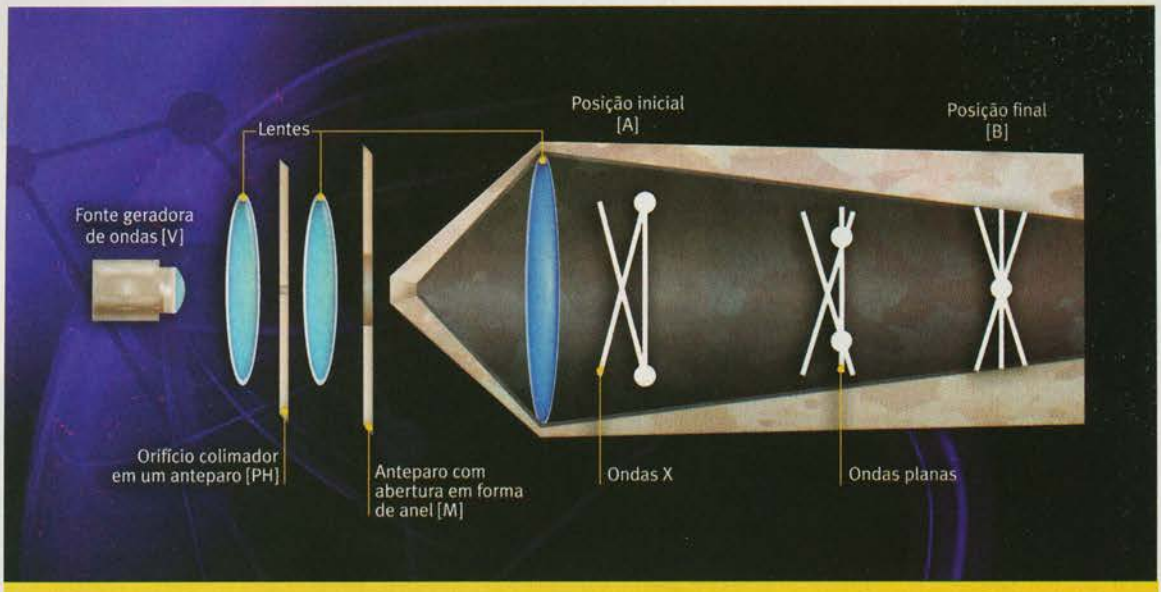


Figura 4. Esquema óptico do experimento que mostrou a produção no vácuo, com luz visível, das ondas descritas teoricamente na figura 3. Observam-se à direita, representadas pelas linhas que formam 'X', as ondas superluminais (ondas 'X'), que perseguem e alcançam as ondas planas, representadas pelas linhas verticais – as quais viajam regularmente com velocidade *c*. Um experimento análogo foi feito com microondas em Florença (Itália)

Finalmente, em *quarto* lugar, deixando de lado outros ramos do conhecimento, alguns grupos de engenheiros – entre eles, os chefiados respectivamente por Jian-yu Lu, Amr Shaarawi e Peeter Saari – descobriram, em uma série de belos trabalhos, que as equações que descrevem o comportamento das ondas, tanto mecânicas (som, por exemplo) quanto eletromagnéticas (luz), admitem novas soluções, tanto subluminais quanto superluminais, além daquelas já conhecidas.

Esses pesquisadores têm explicado em detalhes como gerar essas novas configurações de ondas – por exemplo, as superluminais (figura 3). E as produziram em experimentos com ondas acústicas e ópticas (figura 4). Essas ondas se propagam, no meio considerado, com velocidades maiores que a do som, no primeiro caso, e que a da luz, no segundo. Além disso, elas se deslocam quase sem distorção, mais uma propriedade muito útil em vários desdobramentos práticos dessa descoberta.

Ondas em forma de 'X'

Outros experimentos interessantes estão em andamento, por exemplo, nos laboratórios de pesquisa da Pirelli Cabos, em Milão (Itália), usando como fonte pulsos de *laser*, bem como na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas.

Mais uma confirmação experimental, feita a partir de uma sugestão dos autores deste artigo, realizou-se em um laboratório do Conselho Nacional de Pesquisas da Itália, em Florença, dessa vez usando microondas (assim como a luz, as microondas também são ondas eletromagnéticas).

O experimento foi feito pelos pesquisadores italianos Daniela Mugnai, Anesio Ranfagni e Rocco Ruggeri, tendo sido publicado na revista especializada *Physical Review Letters*, de 22 de maio de 2000. Esse experimento obteve vasta repercussão na imprensa internacional, juntamente com o trabalho de Lijung Wang e colaboradores, feito no instituto de pesquisas NEC, em Princeton (Estados Unidos), e publicado na revista científica *Nature* (20 de julho de 2000).

Essas ondas superluminais (ou supersônicas), tendo tipicamente a forma de 'X' predita em 1980 com base na relatividade estendida, são até o momento a melhor verificação dessa teoria. É curioso que a primeira aplicação dessas ondas de tipo 'X' – justamente por causa de sua propriedade de movimento quase sem deformação – está em progresso na área médica, precisamente no campo da imagem por ultra-sonografia.

Há apenas alguns anos, a hipótese de que os 'táquions' poderiam ser usados para a obtenção direta de ecografias em três dimensões teria levantado a incredulidade de qualquer físico... incluindo os que assinam este artigo. ■

Sugestões para leitura:

RECAMI, E., FRACASTORO-DECKER, M. e RODRIGUES JR., W. A., 'Táquions', *Ciência Hoje*, vol. 5, nº 26, 1986.

RECAMI, E., 'Classical Tachyons and Possible Applications', *Rivista Nuovo Cimento*, vol.9, nº 6, pp.1-178, 1986;

OLKHOVSKY, V. S. e RECAMI, E., 'Recent Developments in the Time Analysis of Tunnelling Processes', *Physics Reports*, vol. 214, pp. 339-357, 1992.

NIMTZ, G. e ENDERS, A., 'On Superluminal barrier traversal', *Journal de Physique-I*, vol.2, p.1693, 1992.

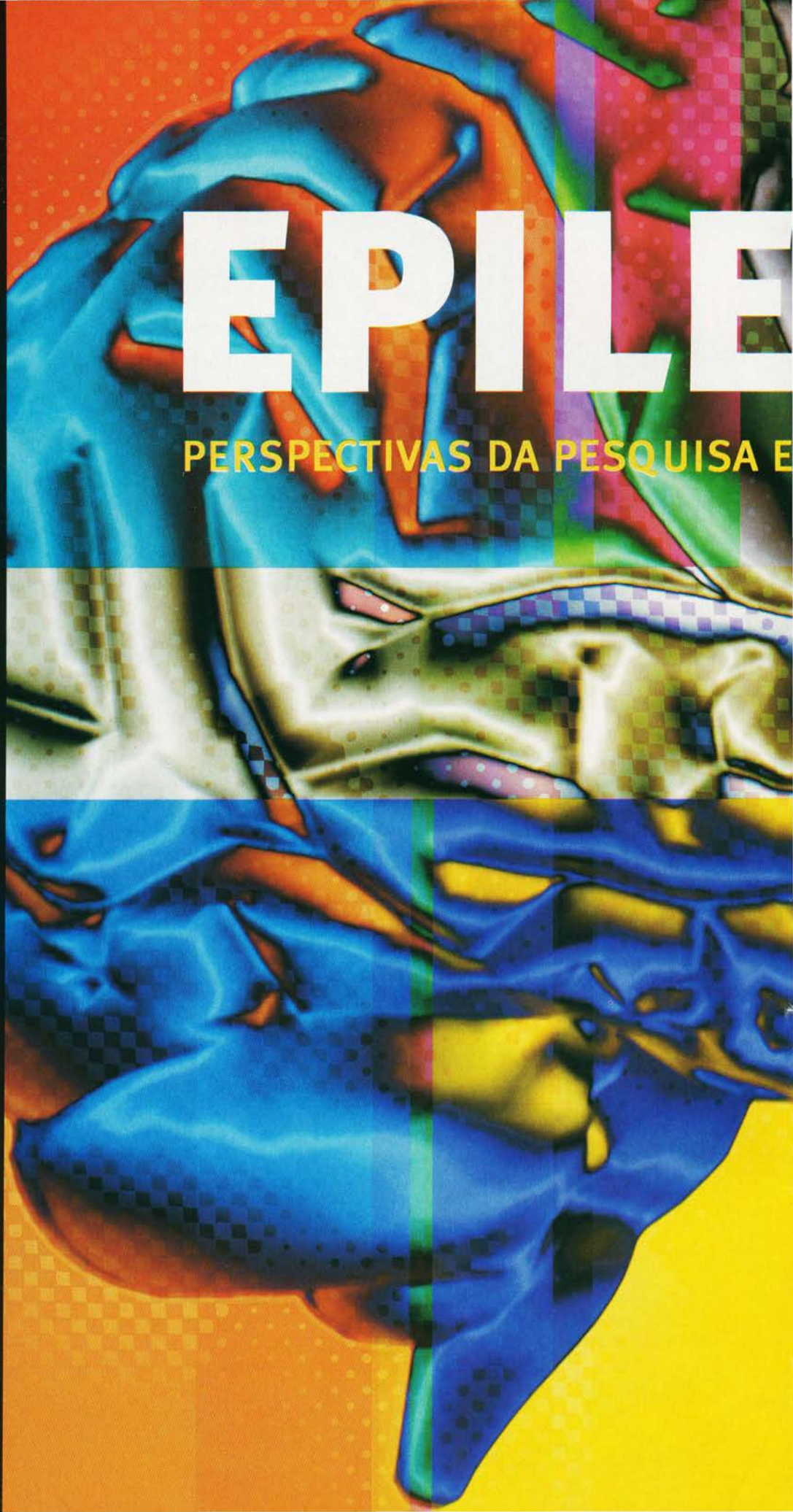
LU, J.-y. e GREENLEAF, J. F., 'Experimental verification of non-diffracting 'X-waves', *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, vol. 39, p. 441, 1992.

SAARI, P. e REIVELT, K., 'Evidence of X-shaped propagation-invariant localized light waves', *Physical Review Letters*, vol. 79, pp. 4135-4138, 1997.

A epilepsia é uma disfunção há muito conhecida, e seus portadores sempre foram vítimas de forte preconceito. Embora a medicina tenha encontrado meios de controlá-la, seja com o auxílio de medicamentos ou recorrendo a métodos cirúrgicos, ainda há muito a ser feito até que se consiga prevenir a recorrência de crises já estabelecidas e evitar o desenvolvimento de epilepsia crônica. Este artigo é uma prova de que têm sido dados passos importantes nessa direção, como a investigação minuciosa de tecidos lesados do cérebro de portadores da doença e a formação de equipes interdisciplinares voltadas para o seu estudo.

EPILE

PERSPECTIVAS DA PESQUISA E



Emilio R. Garrido Sanabria, **Elza Márcia Targas Yacubian** e **Esper Abrão Cavalheiro**
Laboratório de Neurologia Experimental, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo

PSIA

M MODELOS EXPERIMENTAIS

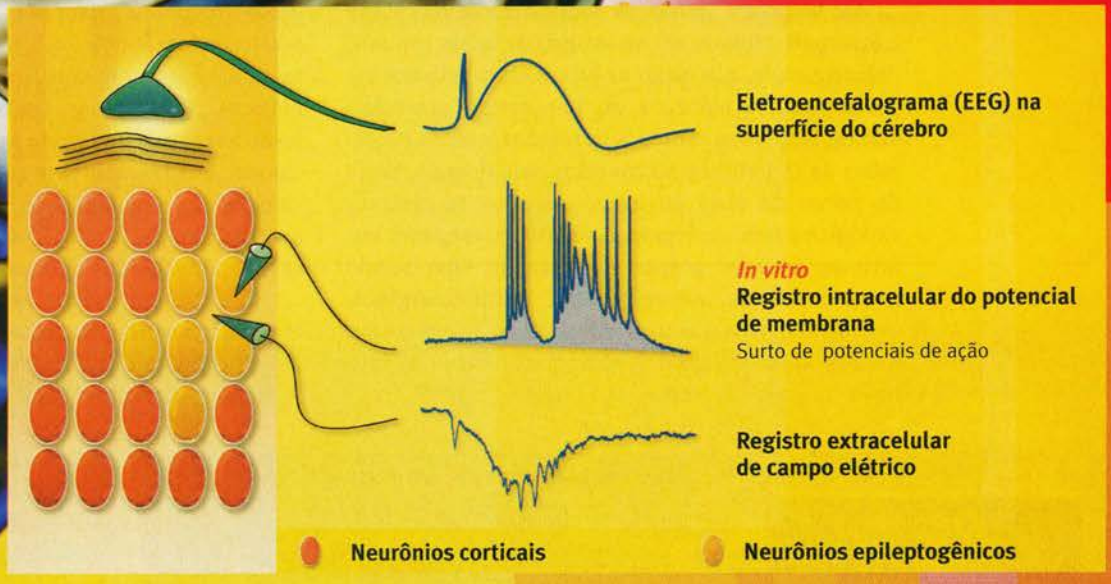


Figura 1. O disparo de potenciais de ação, por neurônios epileptogênicos, gera hiperexcitabilidade na área do córtex cerebral responsável pelas crises, o que permite o estudo das descargas epilépticas

Caracterizada por um estado de hiperatividade dos neurônios e circuitos cerebrais, capaz de produzir descargas elétricas anormais, a epilepsia pode manifestar-se de diversas formas: desde descargas eletroencefalográficas intercríticas (ou seja, que ocorrem no período em que o indivíduo não apresenta crises) até surtos prolongados dessas descargas – as crises epilépticas. As ocorrências intercríticas correspondem, no nível celular, a descargas de certas populações neuronais (figura 1).

Em países desenvolvidos, estima-se que a prevalência da epilepsia gire em torno de 0,5% e que 5% a 7% da população tenham pelo menos uma crise epiléptica ao longo da vida. Calcula-se que, nos países em desenvolvimento, o número de indivíduos afetados seja ainda maior. No Brasil, há poucos estudos epidemiológicos confiáveis. Se considerarmos a prevalência da doença no país igual à descrita na cidade de Porto Alegre (16,5 casos por grupo de mil pessoas, mais de três vezes a prevalência em países desenvolvidos), teríamos atualmente cerca de 2,5 milhões de epilépticos no Brasil. Desse total, 70% controlam as crises usando os fármacos disponíveis. Mas uma percentagem significativa (de 30% a 40%), em que predominam indivíduos com lesões no sistema nervoso, não consegue controlá-las com

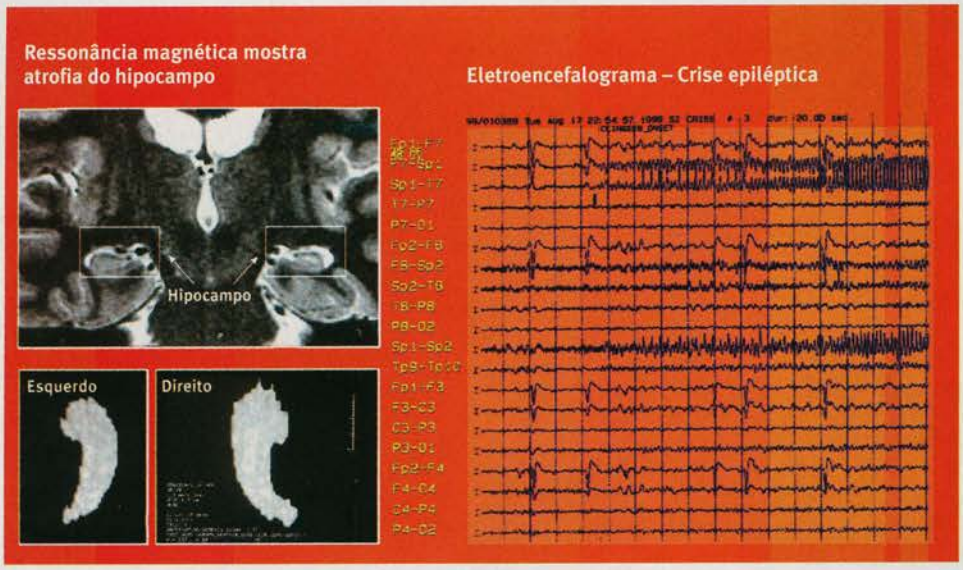


Figura 2. Epilepsia do lobo temporal, caracterizada por atrofia do hipocampo e crises epilépticas freqüentes. As descargas epileptiformes rítmicas, vistas no EEG, revelam a ocorrência de crise

medicamentos. Nesses casos, o tratamento cirúrgico pode, após análise cuidadosa, ser uma alternativa eficaz.

Até há pouco tempo, os dados disponíveis sobre a epilepsia vinham de investigações feitas em modelos animais, nos quais as crises eram provocadas por estímulos elétricos ou por drogas convulsivantes. Hoje já se estudam os tecidos lesados do cérebro de indivíduos acometidos pela doença, tanto do ponto de vista anatômico quanto do eletrofisiológico e farmacológico. Além disso, surgiram nas últimas décadas grupos de trabalho envolvendo neurocientistas, neurologistas, neurocirurgiões, neuropsicólogos e neurorradiologistas interessados no estudo da epilepsia, com vistas à definição conjunta de cada problema particular.

CRISES PARCIAIS OU GENERALIZADAS

Cada área do córtex cerebral é responsável por uma função específica. As crises epilépticas podem envolver uma única região, ocasionando pequenos distúrbios funcionais, ou comprometer o funcionamento de amplas redes neuronais. Portanto, há dois grandes grupos de crises: as parciais e as generalizadas.

As causas das descargas epilépticas são muito variadas. Elas podem ocorrer em virtude de uma simples tendência a crises determinada por fatores genéticos ou em função de lesões bem definidas no sistema nervoso, que constituem as epilepsias sintomáticas. As crises são, nesse caso, indícios de uma lesão cerebral, que pode ser uma atrofia do hipocampo, a causa mais comum de epilepsia sintomática no adulto – epilepsia do lobo temporal (figura 2) –, ou distúrbios na formação do manto cortical, responsáveis por 30% das epilepsias em geral (figura 3).

Há, entretanto, algumas formas de epilepsia que têm início na infância, caracterizadas por crises parciais ou generalizadas muito freqüentes (dezenas ou mesmo centenas de vezes ao dia) e pela resistência ao tratamento medicamentoso. Tais formas parecem estar relacionadas à deterioração progressiva das funções neurológicas, constituindo as chamadas encefalopatias epilépticas, entre elas a síndrome de Lennox-Gastaut, assim denominada em homena-

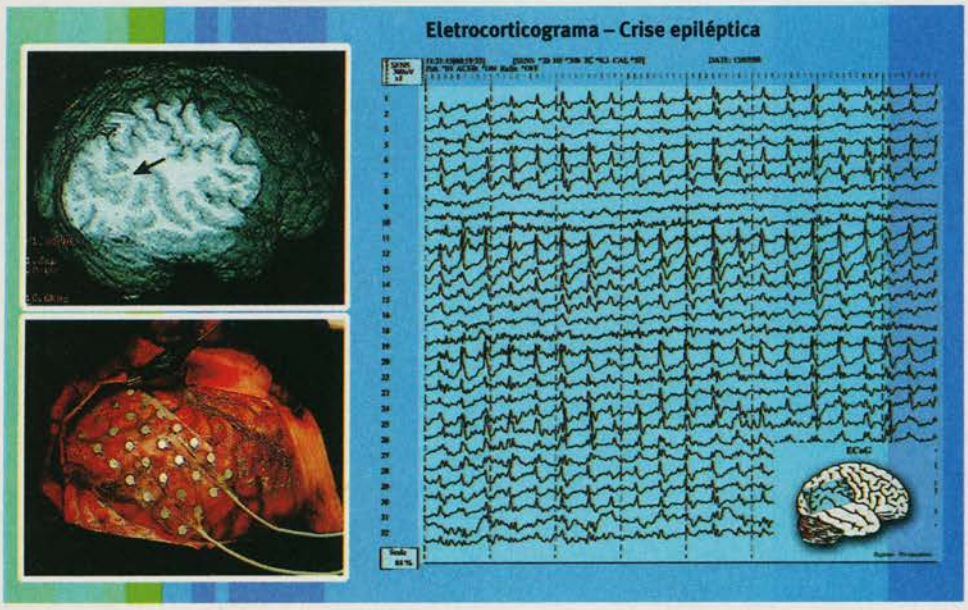


Figura 3. Distúrbio do manto cortical detectado por novas técnicas de ressonância magnética. O córtex anormal (indicado pela seta) tem potencial para gerar descargas epilépticas. Na figura avermelhada, vêem-se placas para instalação de eletrodos de registro. O eletrocorticograma (registro direto sobre o córtex exposto no momento da cirurgia) revela crise epiléptica

gem aos epileptólogos que descreveram suas características: o norte-americano William Lennox (1884-1960) e o francês Henri Gastaut (1915-1995).

EPILEPSIA DO LOBO TEMPORAL

O entendimento dos mecanismos básicos envolvidos nas descargas epilépticas é fundamental para o desenvolvimento de novas terapêuticas para as epilepsias. Há diversos modos de investigar os fenômenos bioelétricos e moleculares relacionados às crises epilépticas, entre eles o estudo de modelos experimentais de epilepsia em animais e o exame de tecidos nervosos humanos obtidos durante o tratamento cirúrgico de algumas formas da doença refratárias a medicamentos.

Ao longo da história das neurociências, os modelos experimentais contribuíram enormemente para o conhecimento dos mecanismos básicos das epilepsias. Muitas drogas antiepilépticas foram desenvolvidas a partir de tais modelos, e qualquer nova droga com esse potencial deve ser obrigatoriamente testada em modelos experimentais antes de sua utilização em seres humanos.

A maioria dos modelos de epilepsia do lobo temporal tem em comum a indução do estado de mal epiléptico (*status epilepticus*), uma situação na qual as crises se repetem durante várias horas. Acredita-se que crises prolongadas promovam a liberação de substâncias excitatórias responsáveis por lesões em estruturas cerebrais sensíveis, como o hipocampo. Nessas crises, há morte celular e alterações nas propriedades intrínsecas das células nervosas e das redes neuronais, tornando-as epileptogênicas, isto é, capazes de gerar crises. Nesses modelos, o tempo de latência até o aparecimento da primeira crise espontânea é denominado período silencioso. Esse fato é observado também na epilepsia humana do lobo temporal, em que as crises têm início geralmente na adolescência. Observou-se também que muitos desses indivíduos apresentam antecedentes de traumatismo craniano nos primeiros anos de vida.

O MODELO DA PILOCARPINA

Considerado um dos que mais se aproximam da condição humana, o modelo da pilocarpina foi desenvolvido no Brasil. A pilocarpina é uma droga extraída da planta brasileira *Pilocarpus jaborandi*, que ativa fundamentalmente receptores do neurotransmissor acetilcolina. Esse estado de hiperexcitabilidade é acompanhado da liberação de glutamato, o principal neurotransmissor excitatório que induz atividade epiléptica de longa duração e, com isso, dano cerebral.

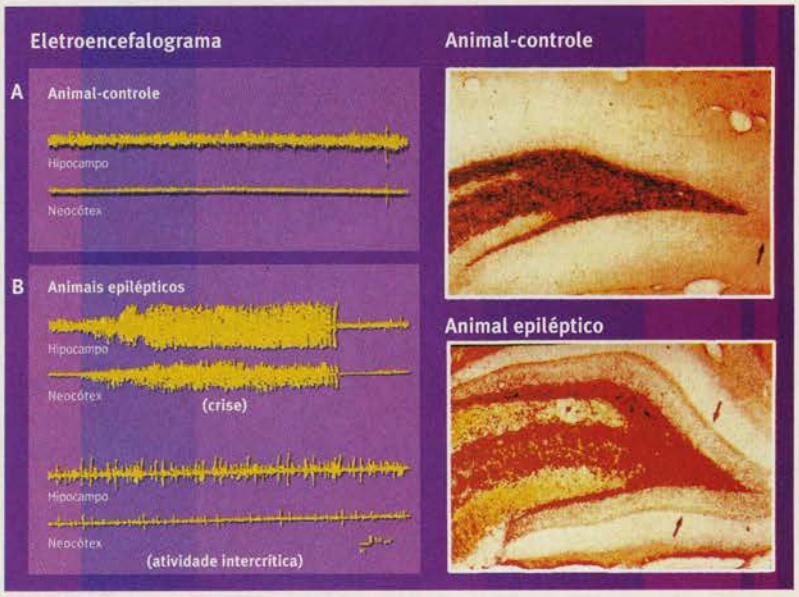


Figura 4. Modelo de epilepsia do lobo temporal induzido pela pilocarpina. Os EEGs de animais epilépticos mostram crises originadas no hipocampo. O giro denteado (uma parte do hipocampo) é normal no animal-controle e apresenta, no animal epiléptico, reorganização de um grande número de fibras nervosas após uma lesão (setas)

As primeiras evidências de que ratos com dano cerebral induzido pela aplicação sistêmica de pilocarpina desenvolvem crises espontâneas e recorrentes de epilepsia após um período de latência de 14 a 44 dias foram obtidas pelo polonês Lechoslaw Turski e pelo brasileiro Esper Abrão Cavalheiro, entre outros pesquisadores. Posteriormente, todas as pesquisas voltadas para a caracterização desse modelo como um modelo crônico de epilepsia do lobo temporal foram desenvolvidas no Laboratório de Neurologia Experimental da Escola Paulista de Medicina (EPM), em São Paulo. Nele foram caracterizadas três fases: aguda, silenciosa e crônica.

A fase aguda, após a injeção sistêmica de pilocarpina, é caracterizada pela ocorrência de *status epilepticus*, durante o qual os animais apresentam automatismos faciais, movimentos mastigatórios e de vibrissas (pêlos rijos localizados em torno das narinas ou em outros pontos da face), tremores de cabeça e movimentos incoordenados seguidos de crises convulsivas parciais e generalizadas. No período silencioso, o animal não apresenta manifestações comportamentais ou eletroencefalográficas de crise epiléptica. A fase crônica, após a primeira crise espontânea, é caracterizada por crises epilépticas recorrentes com manifestações comportamentais (convulsões parciais originadas na vizinhança do hipocampo) e eletroencefalográficas (figura 4).

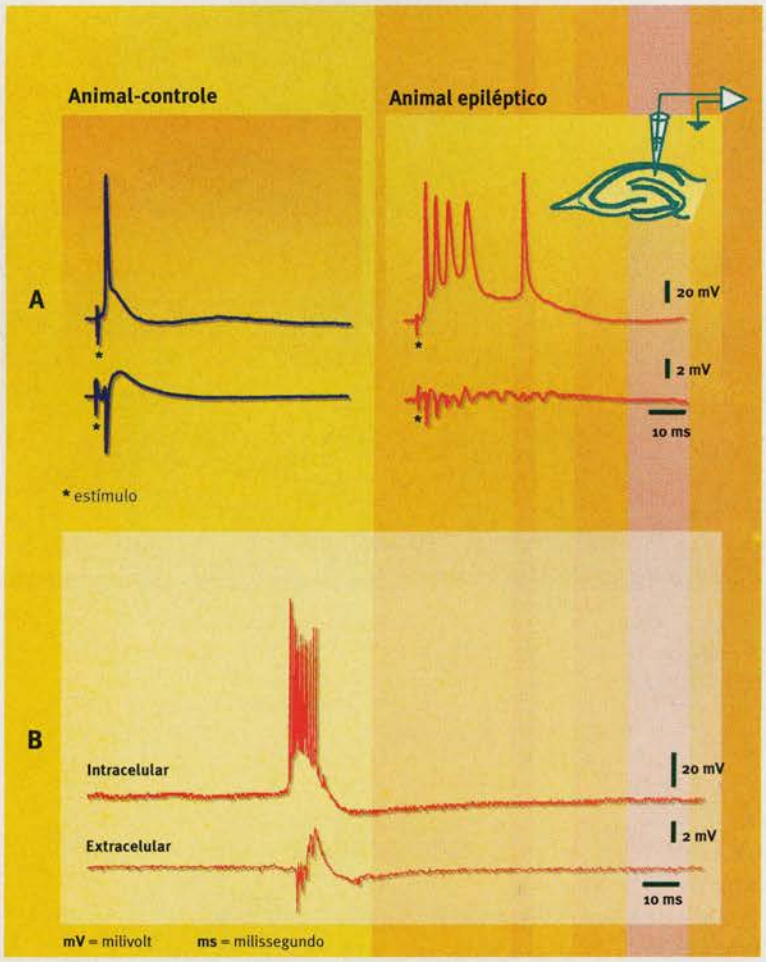


Figura 5. Registros eletrofisiológicos *in vitro* mostram hiperexcitabilidade em animais epilépticos crônicos, quando submetidos a estímulo elétrico (em *). Em A, potenciais induzidos em fatias do hipocampo; em B, registro de descarga epiléptica espontânea

O dano induzido pela liberação exagerada de neurotransmissores excitatórios (como o glutamato), que podem até mesmo levar à morte da célula, associado a alterações moleculares ainda mal compreendidas, provoca diferentes tipos de morte neuronal, ativação de mecanismos de reorganização sináptica, sinaptogênese, neurogênese no giro denteado (uma parte do hipocampo) e mudanças nas propriedades eletrofisiológicas neuronais e em circuitos inibitórios. Tais mudanças alteram os circuitos do hipocampo e promovem uma condição permanente de epileptogênese.

Um estudo eletrofisiológico *in vitro* em fatias de hipocampo desses animais mostrou a presença de descargas intercríticas geradas espontaneamente pelos neurônios, em decorrência da hiperatividade dos canais iônicos da membrana e por excesso de atividade mediada por glutamato (figura 5).

Descargas intercríticas semelhantes são também freqüentemente identificadas no eletrencefalograma (EEG) de pessoas com epilepsia e estão sendo estudadas *in vitro* em tecidos humanos obtidos de cirurgias para tratamento de epilepsias (figura 6).

DISTÚRBIOS DO DESENVOLVIMENTO CORTICAL E EPILEPSIA

Embora nem todos os distúrbios do desenvolvimento cortical se manifestem por meio de crises epilépticas freqüentes, alguns são altamente epileptogênicos e as crises geradas resistem aos medicamentos existentes. É o caso das displasias corticais, nas quais os neurônios adquirem tamanho

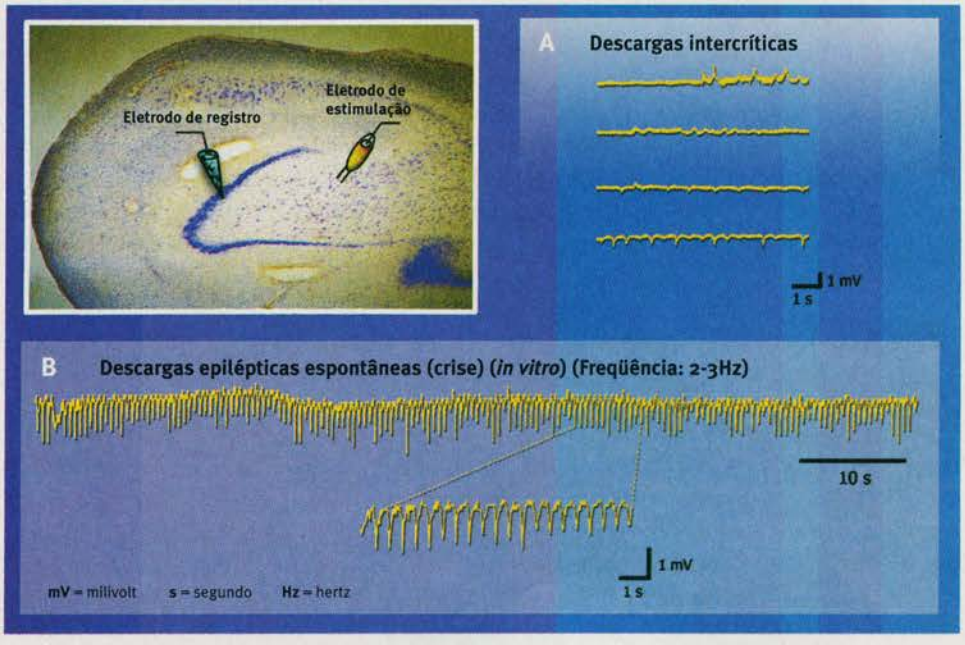


Figura 6. Registro da atividade eletrofisiológica *in vitro* em tecido de paciente operado para tratamento de epilepsia do lobo temporal. Ocorrem descargas intercríticas (A) e críticas (B) no hipocampo

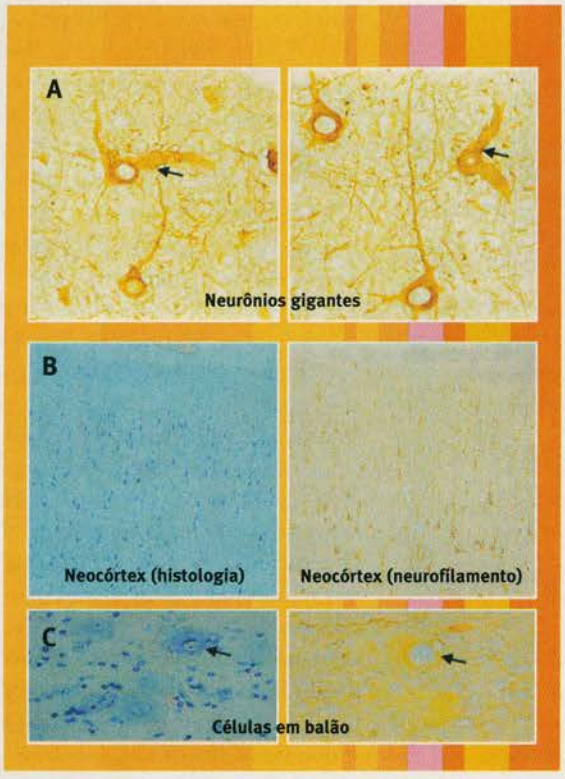


Figura 7. Anomalias celulares em tecido de displasia cortical em paciente epilético: neurônios gigantes (A), aspectos do neocórtex (B) e células em balão (C)

exagerado ou surge um tipo primitivo de célula denominado célula em balão, que deveria estar ausente do cérebro adulto (figura 7).

Acredita-se que distúrbios genéticos e fatores ambientais como radiação ionizante e exposição a substâncias tóxicas estejam envolvidos na geração dessas anomalias. Alguns genes já foram identificados, como o Lis 1, no cromossomo 17 (p13), que impossibilita a formação dos giros cerebrais, dando origem a um cérebro liso (daí a denominação lisencefalia). Alguns modelos experimentais de displasias corticais foram obtidos a partir da aplicação de radiações ou de substâncias tóxicas em animais.

DISPLASIA CORTICAL INDUZIDA POR RADIAÇÃO IONIZANTE

O modelo de displasia cortical induzido por radiação ionizante também vem sendo estudado na EPM, graças à colaboração entre o seu Laboratório de Neurologia Experimental e o Departamento de Radioterapia. A exposição à radiação ionizante durante o desenvolvimento do sistema nervoso, na gestação de roedores, provoca desorganização da arquitetura dos neurônios e formação de circuitos anormais, potencialmente epileptogênicos.

Observou-se o aumento das vias neuronais excitatórias e das atividades sinápticas mediadas por glutamato, especialmente pela expressão de receptores de glutamato do tipo AMPA (figura 8).

Em nosso laboratório está sendo desenvolvido um novo modelo experimental de displasia cortical, no qual se produzem lesões discretas na formação do córtex e do hipocampo a partir da aplicação de uma droga chamada mimosina na fase pré-natal, o que inviabiliza uma das últimas etapas do processo da formação do manto cortical. Em determinado estágio do desenvolvimento, um número exagerado de neurônios precisa desapa-

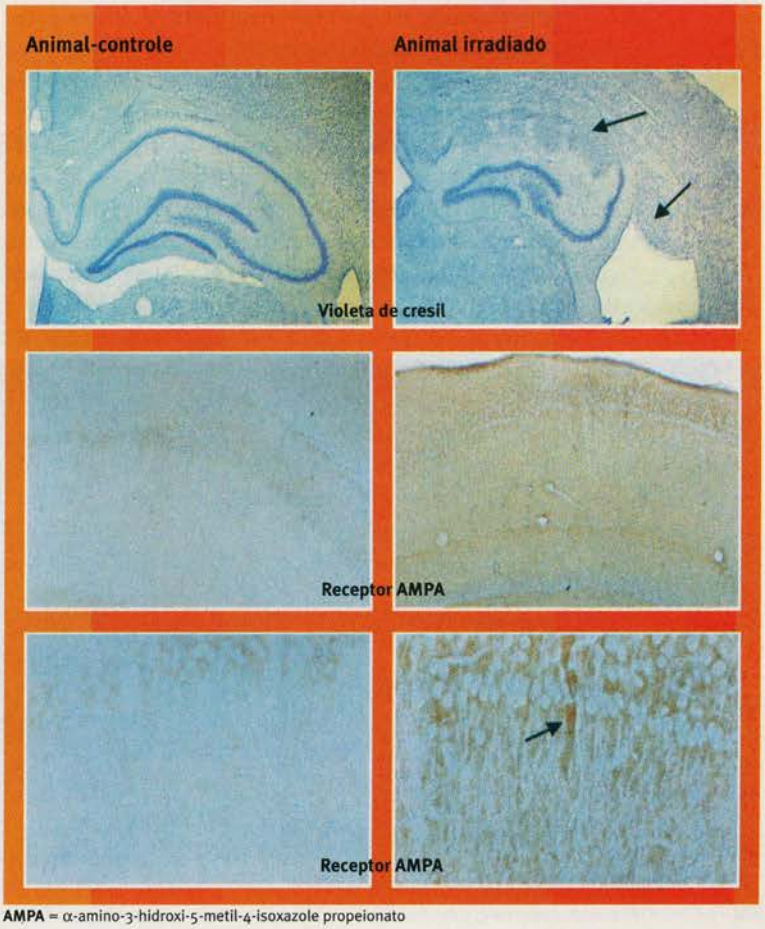
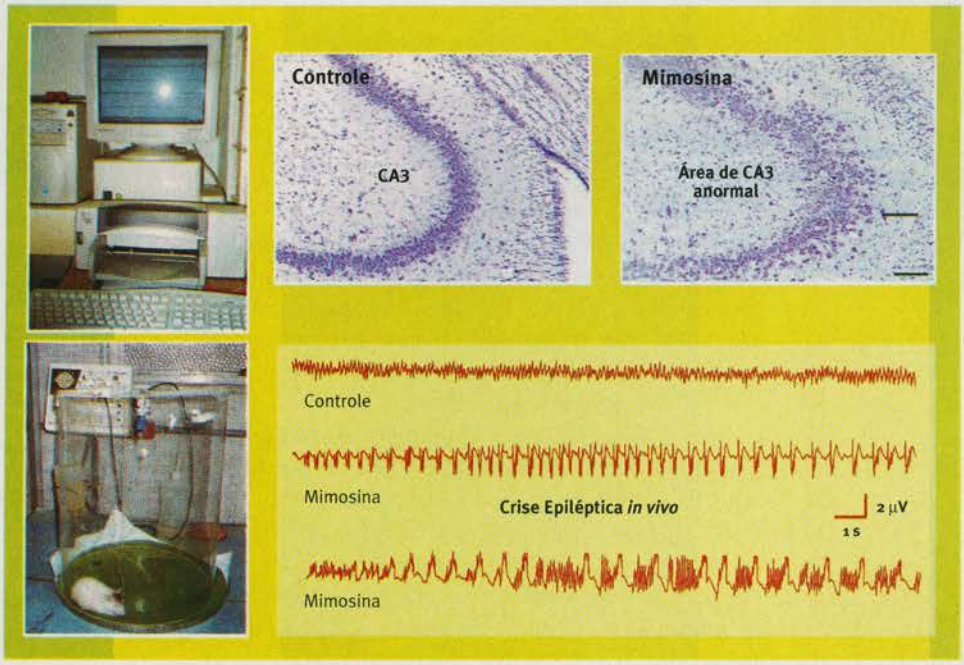


Figura 8. Modelo experimental de displasia cortical induzido por radiação ionizante durante o desenvolvimento pré-natal. Em animais irradiados, ocorrem alterações no hipocampo e anomalias na expressão de receptores AMPA para o glutamato

AMPA = α-amino-3-hidroxi-5-metil-4-isoxazole propeionato



CA3 = subárea do hipocampo denominada corno de Ammon **µV** = microvolt **s** = segundo

Figura 9. Modelo experimental induzido pela aplicação de mimosina, que bloqueia a morte programada de neurônios. Os animais apresentam crises comportamentais e eletroencefalográficas, com dois diferentes tipos de atividade epiléptica

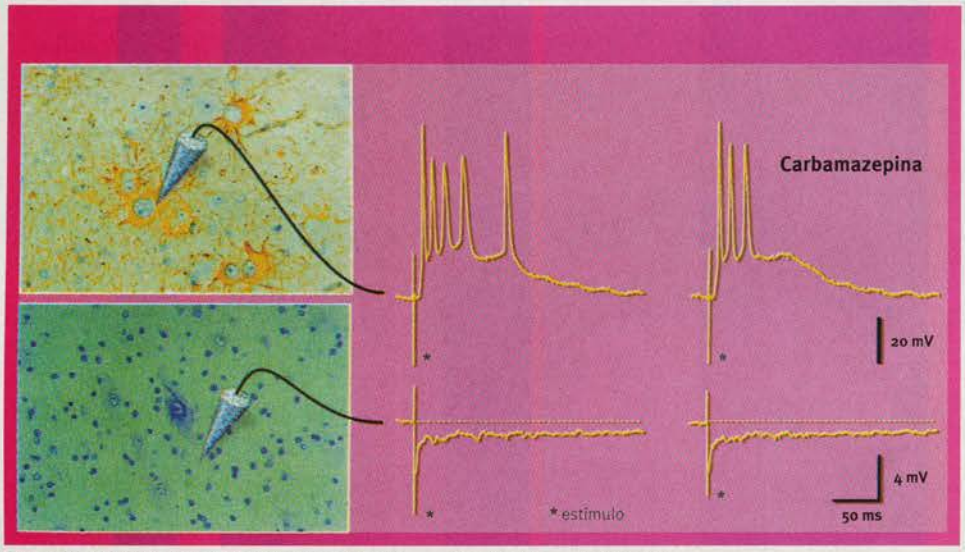
recer gradativamente para que o córtex cerebral possa ser 'esculpido', em um processo denominado morte neuronal programada. A miosina, um aminoácido de origem animal, impede essa fase, provocando displasias corticais e hiperexcitabilidade cortical (figura 9).

A abordagem eletrofisiológica *in vitro* das displasias corticais humanas pode também evidenciar a presença de descargas intercríticas. Tais estudos pemitem demonstrar por que certas formas de epilepsia são refratárias a drogas antiepilépticas, como a carbamazepina, freqüentemente utilizada com êxito no tratamento das epilepsias parciais (figura 10).

MODELOS EXPERIMENTAIS DE ENCEFALOPATIAS EPILÉPTICAS

O estudo da epileptogênese durante o período de maturação do sistema nervoso tem permitido também a caracterização de aspectos encontrados nas encefalopatias epilépticas humanas. O cérebro em desenvolvimento apresenta caraterísticas particulares, que o tornam propenso ao desenvolvimento de atividade epiléptica. Nessa etapa, problemas como anoxia, septicemia, hipertermia e convulsões parecem precipitar mudanças de natureza epileptogênica no cérebro, tornando-se fatores de risco para o desenvolvimento de epilepsia em fases mais avançadas da vida.

Administrada em ratos no desenvolvimento pós-natal, a pilocarpina permitiu a mimetização de um quadro similar ao das encefalopatias epilépticas humanas, particularmente o observado na síndrome de Lennox-Gastaut. Esse modelo foi descrito pelos pesquisadores brasileiros Neide Santos e Esper Abrão Cavalheiro em 1998 e consiste na indução de múltiplos *status epilepticus* do sétimo ao décimo dia após o nascimento. Nesse modelo – assim como em crianças com síndrome de Lennox-Gastaut de causa não de-



CA3 = subárea do hipocampo denominada corno de Ammon **µV** = microvolt **s** = segundo

Figura 10. Registro eletrofisiológico *in vitro* em fatia cortical de paciente com displasia cortical. Na área amarelada, vê-se agrupamento anormal de células gigantes. Os registros intracelulares (A) e extracelulares (B) demostraram hiperexcitabilidade, que resistiu à aplicação da droga carbamazepina

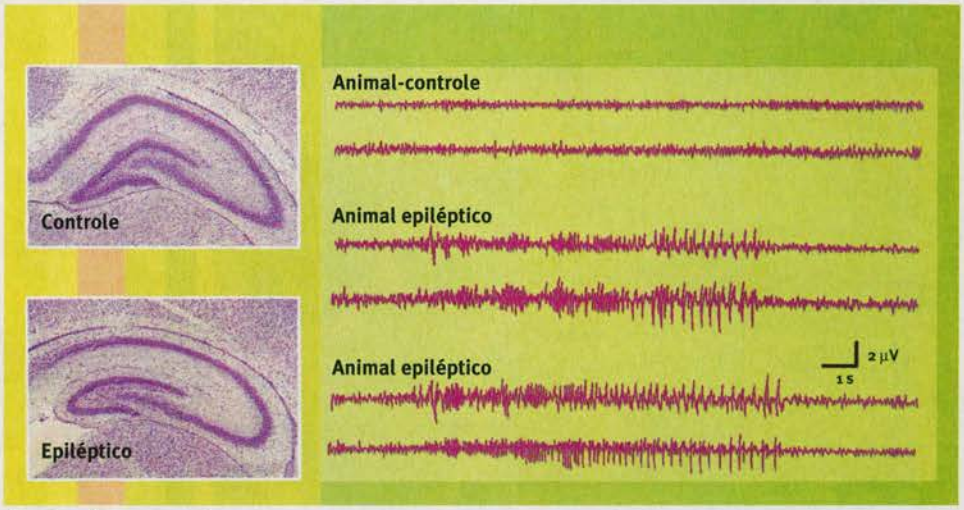


Figura 11. Modelo animal de epilepsia induzida durante o desenvolvimento que reproduz as encefalopatias epilépticas da infância. Embora não tenha lesão estrutural no hipocampo, o animal mostra descargas epilépticas quase contínuas no EEG

μV = microvolt s = segundo

finida, nas quais não há lesão do sistema nervoso – também não há evidências de morte neuronal nem lesões, embora esses animais apresentem déficit cognitivo grave, que pode ser avaliado tanto em tarefas comportamentais como de memória. Nele há descargas eletroencefalográficas que assumem a forma de espículas contínuas e crises eletroencefalográficas sem manifestações clínicas (figura 11).

Um estudo eletrofisiológico *in vitro* mostrou, em alguns desses animais, hiperexcitabilidade nas redes neuronais do hipocampo. Além disso, o estudo da potenciação de longa duração em nível celular, fenômeno relacionado com os processos de aprendizagem e memória, demonstrou comprometimento importante da plasticidade sináptica, com redução das respostas excitatórias surgidas após estímulos de alta freqüência (200 Hertz) no hipocampo (figura 12).

O final do século 20 e o alvorecer do novo milênio testemunham a tentativa incessante de compreensão dos mecanismos envolvidos na hiperexcitabilidade neuronal, a base das crises epilépticas. A curtos intervalos de tempo, uma nova síndrome de causa desconhecida, ao ter seu substrato genético reconhecido, transforma-se em doença epiléptica. Nesse campo, as neurociências devem muito aos modelos animais de hipersensibilidade a crises induzidas por estímulos auditivos, aos modelos de epilepsia generalizada de crises de ausência e aos modelos genéticos de displasias. Um dia – esperamos – esse desenvolvimento tornará possível não só a prevenção da recorrência de crises já estabelecidas, mas também a prevenção do desenvolvimento da epileptogênese e o estabelecimento da epilepsia crônica. ■

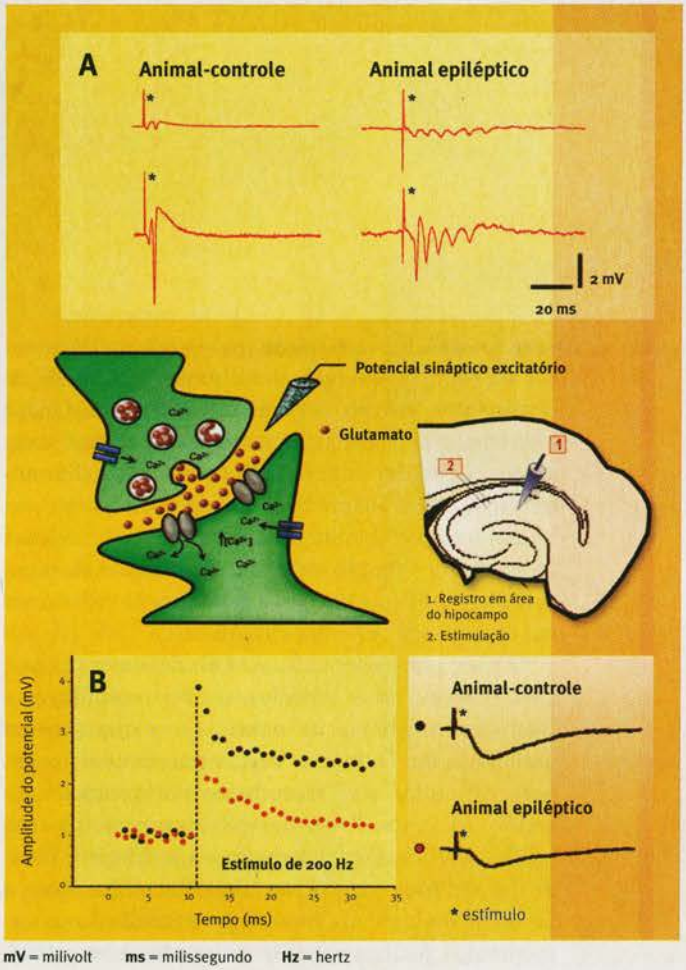


Figura 12. Registros eletrofisiológicos *in vitro* mostrando hiperexcitabilidade no hipocampo (A) de animais epilépticos. A plasticidade sináptica (B) diminui nesses animais, o que pode explicar o déficit cognitivo observado em testes comportamentais

mV = milivolt ms = milissegundo Hz = hertz

Sugestões para leitura

COCKERELL, O.C. & SHORVON, S.D. (ed.) *Epilepsia. Conceitos atuais.* São Paulo, Lemos Editorial, 1997.

COSTA, J.C., PALMINI, A., YACUBIAN, E.M.T. & CAVALHEIRO, E.A. (ed.) *Fundamentos neurobiológicos das epilepsias.* São Paulo, Lemos Editorial, 1998.

GUERREIRO, C.A.M., GUERREIRO, M.M., CENDES, F. & LOPES-CENDES, I. (ed.) *Epilepsia.* São Paulo, Lemos Editorial, 2000.

YACUBIAN, E.M.T. (ed.) *Tratamento medicamentoso das epilepsias.* São Paulo, Lemos Editorial, 1999.

Na internet: ←http://www.epm.br/neuro/nexp/index.htm→

Quando se fala em felinos brasileiros, as pessoas pensam logo na onça-pintada, o maior e mais conhecido representante dessa família no país. A maioria da população, no entanto, não sabe que, além das grandes onças (a pintada e a parda), vivem nas florestas e campos nacionais outras seis espécies de gatos selvagens, todas em risco de extinção. Agora, estudos realizados em zoológicos e criadouros vêm tentando saber mais sobre esses belos animais e buscando formas de aumentar as taxas de reprodução em cativeiro e de proteger as populações ainda em vida livre em diversas áreas do país.

Gelson Genaro
Associação Mata Ciliar e Departamento de Fisiologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

Cristina H. Adania
Associação Mata Ciliar e Departamento de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo

Marcelo da S. Gomes
Associação Mata Ciliar e Departamento de Doenças Infecciosas e Parasitárias, Faculdade de Medicina, Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo

Existem hoje no mundo 37 espécies de felídeos (os mamíferos carnívoros da família Felidae), distribuídas por todos os continentes, exceto Austrália e Antártida. Quase todas estão ameaçadas de extinção em algum grau, menos o gato doméstico (*Felis catus*), cujas diferentes raças estão adaptadas à convivência com o ser humano e ao ambiente urbano. No caso dos felinos selvagens, a situação atual das populações de algumas das espécies é tão grave que há mais indivíduos em cativeiro do que em vida livre.

O risco para esses animais é ainda maior porque, para determinadas espécies, a taxa reprodutiva é relativamente baixa na natureza e extremamente deficitária em cativeiro. Vários fatores contribuem para dificultar sua reprodução em zoológicos e criadouros, entre eles a nutrição imprópria, a manutenção reprodutiva inadequada e a incompatibilidade dos recintos em que são mantidos. Além disso, a perda de diversidade genética que resulta do cruzamento dos poucos animais cativos também contri-

Pequenos felinos brasileiros: desconhecidos e ameaçados

bui para reduzir os sucessos na reprodução.

Os felinos são em geral divididos em grandes gatos, como leão, tigre, onça-pintada e outros, e espécies menores, como lince, jaguatirica e uma grande variedade de gatos selvagens. No Brasil, o primeiro grupo é representado pela onça-pintada (*Panthera onca*) e pela suçuarana, ou onça-parda (*Puma concolor*). O segundo grupo, do qual fazem parte a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e outras cinco espécies menores, é menos conhecido.

A necessidade de conhecer melhor essas espécies de menor porte levou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) a criar em 1995 – em colaboração com a Sociedade de Zoológicos do Brasil (SZB), a Associação Mata Ciliar (AMC), a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Universidade de São Paulo (USP) – o Grupo de Trabalho Especial para Pequenos Felinos Brasileiros. Esse grupo de trabalho coordena, desde dezembro daquele ano, as atividades relacionadas às espécies de pequenos felinos no país, estabelecendo estratégias para estudo, manejo e proteção desses animais. Com base nesse trabalho, em 1992 foi iniciado o manejo dos pequenos felinos e em 1997 os grandes gatos também foram incluídos. O manejo engloba diversas atividades (nutrição, cuidados médicos, auxílio à reprodução e outras), visando atender às necessidades de cada espécie.

O esforço para assegurar a sobrevivência dos pequenos felinos é coordenado pela AMC e reúne diversas entidades, entre elas o Ibama, a SZB e instituições mantenedoras de felinos (criadouros e centros de reabilitação) ou de pesquisa, como a Unesp, a USP e o Instituto Brasileiro de Pesquisas e Diagnósticos (Provet). Os estudos com as espécies de menor porte foram realizados até agora em 70 zoológicos e/ou criadouros de 11 estados: Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Ceará, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

Os **parentes** mais famosos

Das oito espécies de felinos existentes no Brasil, as mais famosas são sem dúvida a onça-pintada (também chamada de jaguar, jaguaretê ou canguçu) e a suçuarana (onça-parda, puma, cougar ou leão-da-montanha). As outras seis espécies são a jaguatirica (*L. pardalis*), o gato-do-mato-grande (*Oncifelis geoffroyi*), o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), o gato-mourisco (*Herpailurus yaguarondi*), o gato-palheiro (*Oncifelis colocolo*) e o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*). Todos esses felinos estão listados na Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora, o mais importante acordo mundial para a proteção de animais e plantas.

Em seus trabalhos sobre os seis pequenos felinos encontrados no país, o Grupo de Trabalho da Associação Mata Ciliar coletou informações técnicas e material biológico sobre 130 exemplares de jaguatirica localizados em cativeiro, 100 do gato-do-mato-pequeno, 70 do gato-mourisco, 50 do gato-maracajá e três do gato-do-mato-grande. Alguns exemplares do gato-palheiro foram localizados, mas aspectos técnicos impediram a inclusão da espécie no estudo.

Em todo o mundo, as populações restantes de felídeos sofrem a ação predatória do ser humano através da caça esportiva (em busca de troféus), do abate em resposta aos ataques a animais domésticos, da captura (especialmente de filhotes) e, mais importante, da contínua fragmentação de seus hábitats. A destruição das florestas ou campos limita as condições de vida desses animais não só pela redução do território de que precisam (o que diminui a quantidade de presas), mas também pelo isolamento de pequenos grupos em verdadeiras ilhas, o que favorece cruzamentos entre poucos animais, comprometendo a diversidade genética. O exemplo mais dramático é o dos pumas dos Estados Unidos: o puma do Leste daquele país já foi extinto, e o da Flórida está perto de desaparecer, já que só existem hoje cerca de 50 animais em vida livre.

Em sua maioria, os felinos da região neotropical – que inclui, além do Brasil, outros países sul e centro-americanos – têm o pêlo parecido, com marcas escuras sobre um fundo de tom amarelo. Essa semelhança talvez seja a causa principal da confusão que se costuma fazer entre algumas das diferentes espécies de pequenos gatos, ou do seu desconhecimento. Em geral, a identificação precisa de cada espécie só é possível em condições favoráveis, ou sob a supervisão de um especialista. O tamanho do animal, combinado com a coloração, também pode dificultar a identificação, já que os adultos de certas espécies menores podem ser confundidos com animais jovens das maiores.

A existência de animais inteiramente pretos (variedade melânica) é uma curiosidade verificada nos felinos 'pintados' brasilei-

FOTO: AMC

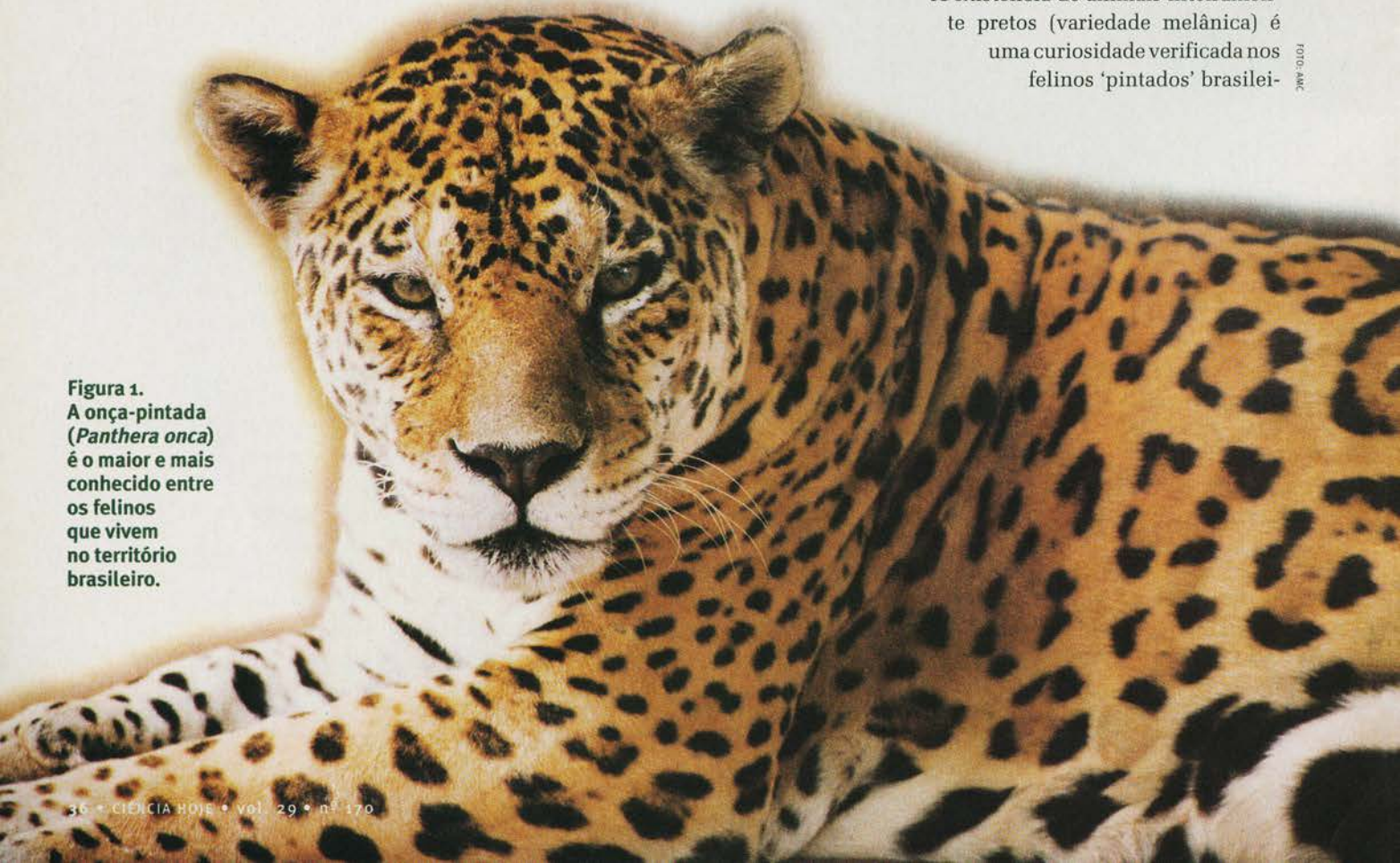


Figura 1. A onça-pintada (*Panthera onca*) é o maior e mais conhecido entre os felinos que vivem no território brasileiro.

FOTOS AMC

Figura 2. Como todos os felinos existentes no país, a suçuarana (*Puma concolor*) também está ameaçada de extinção

ros. Esses exemplares não constituem espécies diferentes: a chamada onça-preta, por exemplo, é apenas a variedade melânica da onça-pintada. Dependendo da incidência da luz sobre os animais pretos, é possível visualizar as marcas (pintas ou rosetas) mais escuras que o resto da pelagem.

A onça-pintada, o maior felino das Américas (figura 1), que pode atingir em torno de 100 kg, exibe o padrão de coloração característico da maioria dos integrantes da família no Brasil. A suçuarana (figura 2), capaz de chegar a mais de 70 kg, também tem *status* de grande felino. Seus filhotes, quando nascem, têm marcas escuras no pêlo, mas estas logo desaparecem e a pelagem assume o padrão típico da espécie: totalmente pardacenta e avermelhada. Chamada em outros países de puma, o animal vive em diferentes hábitats, desde as montanhas Rochosas da América do Norte até o sul da América do Sul.

FOTO RAQUEL VON HONENDORF

As **espécies** menos conhecidas

Exceto por poucos trabalhos, o estudo científico dos seis pequenos felinos tem sido negligenciado no país, em relação aos parentes de maior porte. Esse estado de quase total desconhecimento torna ainda mais crítica a situação dessas espécies, já bastante ameaçadas.

Embora tais animais se adaptem com relativa facilidade ao cativeiro, mostram baixa taxa de natalidade, sendo que a maior parte dos filhotes não sobrevive ao primeiro mês de vida, segundo estudos da Sociedade de Zoológicos Brasileiros e da Associação Mata Ciliar.

O gato-palheiro (figura 3), também chamado de gato-dos-pampas, é o que mais se assemelha ao gato doméstico em suas características morfológicas, especialmente em função das orelhas pontiagudas e do peso, em torno dos 3 kg. O padrão de sua pelagem, em vários tons de marrom ou cinza, é bem diverso do exibido pelos gatos pintados, dos quais se diferencia ainda mais por apresentar listras escuras nas patas. Sabe-se pouquíssimo sobre a biologia e os hábitos desse animal, que vive nas regiões Centro-Oeste e Sul e em alguns países vizinhos, alimentando-se de presas de pequeno porte.

Figura 3. A pelagem do gato-palheiro (*Oncifelis colocolo*), de cor mais uniforme, é muito diferente da dos gatos pintados

Essa escassez de informações talvez seja explicada por sua pequena distribuição, situação que se repete com o gato-do-mato-grande, outro 'desconhecido' entre os felinos brasileiros. Nas Américas, fora do Brasil, só são mais pobremente conhecidos o gato-andino (*Oreailurus jacobita*) e o kodkod (*Oncifelis guigna*): o primeiro foi fotografado pela primeira vez em 1980 (só em 1992 foram obtidas imagens mais detalhadas), e nenhum estudo de campo foi realizado até hoje sobre o segundo.

O gato-do-mato-grande (figura 4) apresenta pelagem com pintas e não rosetas, o que facilita a sua identificação. Vive apenas no Sul do Brasil e nas regiões fronteiriças com o Paraguai e a Bolívia, podendo atingir 4 kg. É chamado também de geoffroy, em função do nome científico (*O. geoffroyi*), que homenageia o naturalista francês Etiénne Geoffroy-Saint-Hilaire (1772-1844). O animal ocupa tanto áreas de mata quanto campos abertos, tem hábitos arborícolas e, segundo alguns relatos, parece ser ótimo nadador. Alimenta-se principalmente de pequenos mamíferos, pássaros e peixes. Além dessas, são escassas as

Figura 4. Pouco se sabe sobre o gato-do-mato-grande (*Oncifelis geoffroyi*), de ocorrência restrita no Brasil

FOTO: GELSON GENARO

Figura 5. O gato-mourisco (*Herpailurus yaguarondi*) tem características que o distinguem das demais espécies do país

informações sobre a espécie. O gato-mourisco (figura 5), cujo nome indígena, jaguarundi, acabou reproduzido em sua denominação científica (*H. yaguarondi*), também é diferente dos gatos pintados, tendo uma pelagem pardacenta-amarronzada uniforme (com variações de tons). Alcança até 7 kg, e suas pernas curtas lhe dão um aspecto geral bem diverso do observado nos outros gatos selvagens brasileiros. Vive em florestas e áreas de vegetação secundária (em regeneração após ocupação humana), mas seus hábitos também são pouco conhecidos. É encontrado em quase todo o país e não mostra ser bom escalador. Estudos sugerem que uma mesma área pode ser dividida por mais de um animal dessa espécie, fugindo ao padrão normal dos demais felinos brasileiros. O gato-mourisco alimenta-se basicamente de pequenos mamíferos, mas caça também aves, répteis e outros pequenos animais.

O gato-maracajá (figura 6) é um animal de hábitos noturnos, pouco maior que um gato doméstico, podendo atingir 5 kg. Esse mesmo nome é dado a outras espécies em vários pontos do país. Em condições ideais de observação, o gato-maracajá – também chamado de margay – pode ser distinguido dos outros gatos pintados por características como os olhos grandes (em relação a eles, a cabeça é proporcionalmente pequena) e a cauda bem longa, que facilita o deslocamento sobre as árvores, seu ambiente preferido. Por isso, esse felino vive em áreas florestais, com ampla distribuição pelo Brasil, e, ao contrário do gato-mourisco, não se adapta a espaços ocupados pelo homem. Quase sempre tem apenas um filhote em cada gestação e sua alimentação consiste basicamente de roedores arborícolas.

Figura 6. Encontrado nas florestas de todo o país, o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) tem na reprodução seu aspecto mais peculiar

O gato-maracajá apresenta ainda outra peculiaridade, em relação aos outros gatos selvagens do país, mas esta só é observável por pesquisadores. Essa característica torna essa espécie única, no aspecto reprodutivo. Embora a reprodução dos felinos ainda seja objeto de muitos estudos (que propõem novos modelos), as fêmeas dessa família são em geral ovuladoras induzidas, ou seja, mesmo no cio (período em que aceitam acasalar-se com o macho), só liberam os óvulos após a cópula. Mas isso não acontece com o gato-maracajá, que por razões desconhecidas segue o padrão da maioria dos mamíferos, nos quais a ovulação não depende do acasalamento.

Um verdadeiro 'curinga', por ser freqüentemente confundido com o gato-maracajá ou com a jaguatirica, é o gato-do-mato-pequeno (figura 7), também chamado de tigrinus ou oncilla. Depois da jaguatirica, é a segunda espécie de pequeno felino brasileiro mais conhecida do público dos zoológicos, embora não seja exposta por algumas instituições, já que essa situação é um fator estressante. Os zoológicos que tentam reproduzir esse felino em cativeiro o mantêm isolado, em busca de melhores resultados.

Com tamanho muito próximo ao do gato doméstico, o gato-do-mato-pequeno atinge no máximo 3 kg, o que faz dele o menor integrante da família no Brasil. Como acontece com a maioria dos pequenos felinos nacionais, seus hábitos são pouco conhecidos. Ocupa em geral áreas de floresta e originalmente era encontrado em todo o Brasil. Sua pelagem segue o padrão da família (gatos pintados), mas exibe rosetas características, que o distinguem tanto da jaguatirica quanto do gato-do-mato-grande. Como o gato-mourisco, é capaz de tolerar a proximidade humana, desde que dentro de determinados limites.

O mais popular dos pequenos gatos é, sem dúvida, a jaguatirica (figura 8), também chamada de ocelote. Maior animal desse grupo, chegando a pesar 15 kg, apresenta um padrão de manchas característico, com rosetas no dorso que, às vezes, fundem-se nas laterais do corpo, formando listras irregulares. Tem a cauda curta, se comparada à das demais espécies.

Como a maior parte dos felinos nas Américas, a jaguatirica tem ampla distribuição, sendo vista desde os Estados Unidos até a Argentina. No Brasil, habita os mais diversos ecossistemas, das florestas úmidas à caatinga. Sua alimentação inclui diversos animais, em especial pequenos roedores e aves, e seus hábitos são

FOTO: AMC

FOTOS: AMC

solitários, como quase todas as espécies da família. Esse gato de tamanho médio pode viver cerca de 20 anos e é um exímio escalador. Graças à sua alta capacidade de adaptação aos mais diversos hábitats, pode viver muito perto de locais ocupados pelo homem, até em grandes cidades.

Perspectivas para o **futuro**

A situação atual é extremamente crítica para os pequenos felinos brasileiros, tanto para os que ainda sobrevivem no ambiente natural quanto para os que se encontram em zoológicos ou criadouros autorizados. Levantamentos recentes revelam que a maioria das populações em cativeiro têm poucos exemplares e estão dispersas em várias instituições, dificultando não só a aproximação entre machos e fêmeas, mas também os estudos científicos, pois o número reduzido dificulta a realização de modelos experimentais.

A crescente degradação ambiental que a espécie humana vem promovendo – com destruição ou fragmentação de florestas, cerrados, savanas e outros ecossistemas e sua substituição por agricultura e pecuária, ou com interferências às vezes drásticas em áreas onde a vida selvagem sobrevive – precisa ser estancada. Se a exploração dos recursos naturais pelo homem não for racionalizada, a ameaça se estenderá não só aos felinos, mas à maior parte da biodiversidade do planeta. Uma proposta para as áreas de floresta fragmentadas, já em discussão, seria a criação de corredores de vida silvestre, ou seja, passagens de vegetação natural ou reconstituída que uniriam os fragmentos, permitindo a continuidade das trocas gênicas entre as populações de cada uma das espécies.

Outra tentativa de reverter a atual situação é a realização de estudos com animais em cativeiro, não só para tentar sua reprodução, mas também para buscar informações novas sobre a fisiologia, a genética, a nutrição e outros aspectos biológicos das diversas espécies. No caso dos pequenos felinos brasileiros, o sucesso reprodutivo em cativeiro, hoje ainda modesto, fornecerá um excedente que poderá ser reintroduzido em áreas de conservação, após rigorosos estudos e campanhas de conscientização das populações humanas vizinhas, resgatando ecossistemas hoje degradados. Há exemplos, em outros continentes, de reintroduções bem-sucedidas de linces, outro felino também ameaçado de extinção em várias partes do mundo, e de outros animais.

É importante destacar que tentativas isoladas de criação de áreas protegidas ou de reintroduções não são suficientes para garantir a manutenção dos pequenos felinos em terras brasileiras. A reprodução em cativeiro, os estudos ecológicos, a criação de leis adequadas (e realmente postas em prática) e a conscientização, quanto ao papel desses animais, das populações vizinhas aos ambientes naturais onde ainda vivem ou onde sejam reintroduzidos, são aspectos essenciais do esforço para que esses magníficos animais sejam preservados e possam ser conhecidos pelas futuras gerações. ■

Figura 7.
O gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) é o menor dos felinos selvagens brasileiros

Sugestões para leitura

JACKSON, P. 'The status of cats in the wild', in *International Zoo Yb.....*, v. 35, p. 17, 1997.

NOWELL, K. & JACKSON, P. *Wild cats: status survey and conservation action plan*, IUCN, 1993.

SWANSON, W. F. & WILDT, D. E. 'Strategies and progress in reproductive research involving small cat species', in *International Zoo Yearbook*, v. 35, p. 152, 1997.

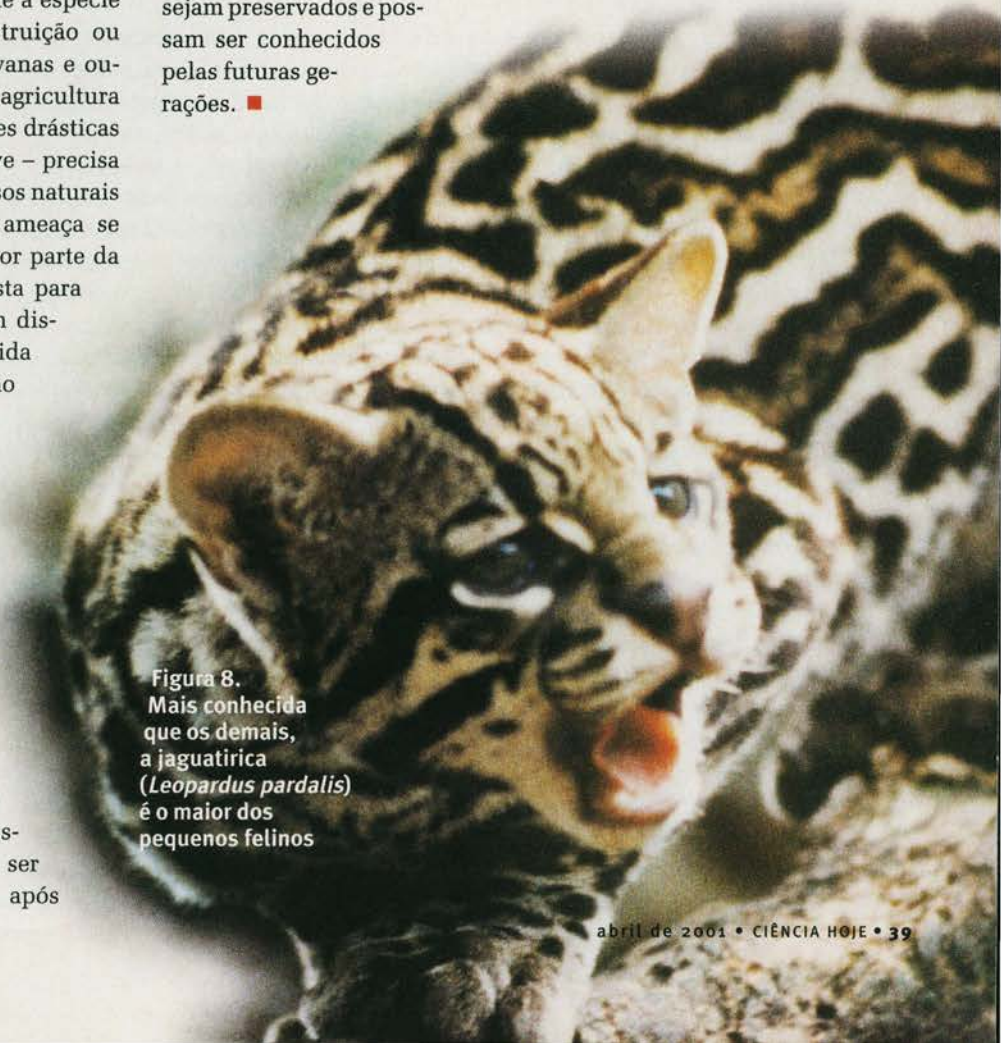


Figura 8.
Mais conhecida que os demais, a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) é o maior dos pequenos felinos

AGRONOMIA Melhoramento genético produz hortaliça com altíssimo teor de vitamina A

Alface supervitaminada

O déficit de vitamina A afeta mais de 100 milhões de crianças em todo o mundo, sobretudo nos países subdesenvolvidos. De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), uma em cada quatro mortes de menores de cinco anos, é causada pela falta dessa vitamina (ver 'A falta que ela faz'). Preocupado com essas estatísticas alarmantes e diante das evidências de que crianças que ingerem quantidades mínimas necessárias de vitamina A por dia têm chance de sobreviver 23% maior, o biólogo Warwick Estevam Kerr desenvolveu no Instituto de Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Triângulo Mineiro, um projeto voltado para a produção de variedades de alface com elevado teor de vitamina A. Essa hortaliça, vale lembrar, é uma das mais consumidas no Brasil e é a preferida das crianças.

O resultado desse esforço foi a obtenção recente da variedade 'Uberlândia 10 mil', que ficou assim conhecida pelo fato de 100 g de suas folhas armazenarem 10.112 U.I. de vitamina A – o que a torna até 20 vezes mais rica nessa vitamina do que as alfaces comuns, que têm normalmente de 500 a 1.500 U.I. Por isso, bastam três folhas da nova variedade para suprir as necessidades diárias de vitamina A de uma pessoa. Atualmente, tenta-se fazer com que essa alface tenha sabor mais adocicado (ainda é algo amarga) e formato comercial (mais parecido com o da alface tradicional).

À beira dos 80 anos e dono de invejável vitalidade, Kerr, um dos mais respeitados pesquisadores brasileiros da área biomédica, atualmente divide seu tempo entre a presidência do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, e atividades de ensino, pesquisa e extensão na UFU. Por meio de melhoramento genético clássico, ele e sua equipe, que envolve professores, alunos e técnicos do Instituto, selecionaram diferentes cultivares de alface que apresentavam, além de teores expressivos de vitamina

A falta que ela faz

O indivíduo pode satisfazer sua necessidade de vitamina A ingerindo a vitamina pré-formada ou o seu precursor. A primeira está presente em produtos animais, sobretudo nas vísceras. O precursor de vitamina A é o ß-caroteno, encontrado nos vegetais. Hortaliças e frutas verdes ou amarelas são boas fontes de ß-caroteno, que se converte em vitamina A na mucosa intestinal. O indivíduo pode, assim, obtê-la sem recorrer a fontes ricas em colesterol. Fundamental para a visão, sua carência produz xeroftalmia (ressecamento da córnea e da conjuntiva) e ceratomalacia (amolecimento da córnea, com infiltração e ulceração), além de problemas gastrintestinais. Teores adequados dessa vitamina são essenciais ao bom funcionamento do sistema imune da criança, tornando-a mais resistente a várias doenças.

O excesso de vitamina A, por sua vez, pode provocar lesões na pele, como descamação e queda de pêlos e cabelos, dores de cabeça e articulares, conjuntivite, má função do fígado etc. O bioquímico e nutrólogo Enio Cardillo Vieira, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, observa que esse excesso só ocorre por ingestão de vitamina A pré-formada. "Nunca se descreveu excesso de vitamina A por ingestão exagerada de vegetais", garante.

No passado, a falta de vitamina A era associada exclusivamente à cegueira e, ainda hoje, muitos países limitam-se a relacioná-la à prevenção desse mal. Mas, na tentativa de pôr fim à deficiência dessa vitamina, governos de todo o mundo têm encarado a questão como um problema de saúde pública e a colocaram no centro dos programas de apoio a mães e crianças em áreas de risco.

Para ampliar a atenção ao problema, agências e governos trabalham numa iniciativa global de ajuda a países interessados em combatê-lo. Entre outras instituições, participam o Unicef, a OMS e as agências de desenvolvimento internacional do Canadá, Estados Unidos e Reino Unido. O teor de vitamina A é medido pela Unidade Internacional (U.I.), que corresponde a 0,3 microgramas (µg). Considera-se que 750 µg são necessários por dia para o funcionamento adequado do organismo de um adulto do sexo masculino.

Yacón, moringa e camucamu

Preocupado em combater as avitaminoses através da alimentação, Warwick Kerr cuida também de disseminar o plantio de espécies amazônicas ricas em vitaminas no cerrado mineiro. Inicialmente introduziu o *yacón*, natural do Equador, na região de Uberlândia. Da família do girassol, essa raiz que parece batata-doce e tem gosto de fruta é rica em vitaminas e ideal para diabéticos. Apesar de doce, não contém açúcar, mas inulina, uma substância orgânica de composição semelhante à do amido. Introduziu também a moringa, um arbusto amazônico que pode atingir 5 m de altura, cujas folhas são anticancerígenas e contêm grande quantidade de vitamina A: 22.000 U.I. em 100 g. Já o camucamu, que se assemelha à jabuticaba e cresce às margens do rio Amazonas, é um verdadeiro tesouro vitamínico que já se adaptou ao cerrado de Minas Gerais. "Das plantas conhecidas, é a que mais concentra vitamina C", garante Kerr. Cem gramas da polpa de camucamu têm 3.200 mg de vitamina C, enquanto a mesma quantidade de acerola, famosa pelos altos teores dessa vitamina, tem 1.300 mg.

FOTOS ARQUIVO FAPEMIG

A, cor, sabor e forma desejáveis. Além disso, ele também orienta, no cerrado de Minas Gerais, trabalhos voltados para a adaptação de plantas amazônicas ricas em vitaminas (ver '*Yacón*, moringa e camucamu').

Moreninha *x* Vitória

Os trabalhos de melhoramento tiveram início há quase 10 anos, logo que Kerr chegou à UFU, tendo sido escolhidas para o cruzamento final as variedades de alface conhecidas como 'Moreninha de Uberlândia' e 'Vitória de Santo Antão'. A 'Moreninha' foi selecionada por causa de suas virtudes vitamínicas: 4.500 U.I. de vitamina A em 100 g de folhas; 'Vitória de Santo Antão', por sua vez, apresenta forma e sabor desejáveis, além de 3.500 U.I. da vitamina em 100 g de folhas. As análises do teor vitamínico das variedades em estudo foram feitas pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos, em Campinas (SP).

"A obtenção de uma variedade com mais de 10 mil U.I. de vitamina A é sem dúvida um marco na história da agronomia", diz a bióloga Cristina Soares de Souza, encarregada, sob a orientação de Warwick Kerr, de fazer a caracterização genética da Uberlândia 10 mil. Em outras palavras, seu objetivo é identificar os marcadores moleculares (fragmentos de DNA) responsáveis pelo alto teor de vitamina A e por outras características da variedade, como o elevado poder de crescimento e a resistência à septoriose, doença provocada por um fungo que se desenvolve em ambiente excessivamente úmido. Esta última propriedade faz com que o plantio da Uberlândia 10 mil seja adequado tanto em ambiente aberto no período chuvoso como em ambiente protegido, pois, além de umidade elevada, ela suporta altas temperaturas. Em etapas posteriores de seu trabalho, Cristina pretende fazer a expressão gênica dos marcadores de DNA de interesse, para, em seguida, cloná-los e seqüenciá-los. Por último serão feitos testes para confirmar seus achados.

Para disseminar a nova variedade, uma vez por semana professores, estudantes e técnicos da Instituto de Genética e Bioquímica da UFU saem a campo para distribuir gratuitamente, entre moradores do Triângulo, sementes da alface Uberlândia 10 mil e mudas de outras plantas ricas em vitaminas. Embora tenha um tom de verde mais forte que as alfaces comuns e se assemelhe muito mais a um pé de almeirão, a nova variedade vai conquistando fregueses em sacolões e mercearias. Ironia do destino, alguns, no entanto, evitam seu consumo, temendo os riscos que, ouviram dizer, têm os alimentos transgênicos – o que não é o caso da espécie em questão.

Sementes de moringa, arbusto amazônico cujas folhas contêm grande quantidade de vitamina A

Ao lado, mudas de camucamu, cujo fruto concentra mais vitamina C do que a famosa acerola

Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje / MG

INFORMÁTICA Brasileiro coordena cria programas de direcionamento e controle de satélites da Nasa

'Softwares' em linha de produção

Vários satélites são lançados pela agência espacial norte-americana (Nasa) todos os anos. Para cada missão, projeta-se um *software* (programa de computador) que integra o sistema do satélite e comanda suas funções. Esse processo é longo, pois exige a execução de vários testes que comprovem o bom funcionamento do sistema. No entanto, o crescimento do número de satélites e a tentativa de diminuir o índice de defeitos dos mesmos, além de cortes no orçamento da agência, levaram o Laboratório de Engenharia de *Software* da Nasa a criar, em 1998, um projeto, em parceria com a Universidade de Maryland/College Park, para desenvolver uma linha de produção de *softwares*. Na época, o engenheiro Guilherme Horta Travassos, do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da Coppe/UFRJ, trabalhava no Departamento de Ciência de Computação de Maryland e aceitou o convite para coordenar a pesquisa, ao lado do pesquisador italiano Maurizio Morisio, do Instituto Politécnico de Torino.

O conceito de linha de produção é uma tendência nova na área de *softwares*, que permite a construção de uma arquitetura de *software* genérica, utilizada em sistemas com características comuns. No caso da Nasa, o *software* será destinado ao direcionamento e controle de satélites e poderá ser usado em qualquer missão. "Para cada missão, são necessárias pequenas modificações na arquitetura do programa, de acordo com as diferentes famílias de satélites, estabelecidas com base no tipo de *hardware* (máquina) usado, como, por exemplo, o processador e os giroscópios", explica Travassos.

O *software*, rodado parte em terra e parte no satélite, terá as funções de manter o satélite em órbita, modificar seu posicionamento e medir a distância de pontos referenciais, entre outras. A nova tecnologia, segundo o engenheiro, vai permitir que a Nasa crie programas de forma mais rápida, com maior qualidade e custo reduzido. No entanto, o desenvolvimento da linha de produção de *softwares* não se restringe ao segmento espacial, podendo ser adaptado, por exemplo, à área de telecomunicações.

O projeto divide-se em dois processos: o primeiro é a descrição do chamado domínio – conjunto de informações relacionado a um determinado tema – e o segundo, a construção do *software*. "No nosso caso, o domínio refere-se ao direcionamento e controle de satélites. Para descrevê-lo, precisamos reunir todos os dados possíveis sobre o assunto e o conhecimento associado a ele", exemplifica o pesquisador. Para apoiar a construção do domínio, foi desenvolvida uma nova tecnologia, onde os dados estão reunidos em diagramas com textos de apoio. Na descrição tradicional, o domínio era exposto em longos textos, o que tornava a compreensão mais demorada e difícil. Além disso, o esforço se concentrava em apenas uma missão e o *software* era desenvolvido sem levar em conta as descrições de missões anteriores. "Uma vez desenvolvido um determinado domínio, era necessário que o especialista responsável por aquela descrição passasse todas as informações obtidas para as equipes que iriam desenvolver programas para outras missões", conta Travassos. E completa: "Agora, basta acrescentar as informações específicas de cada missão em uma espécie de banco de dados comum".

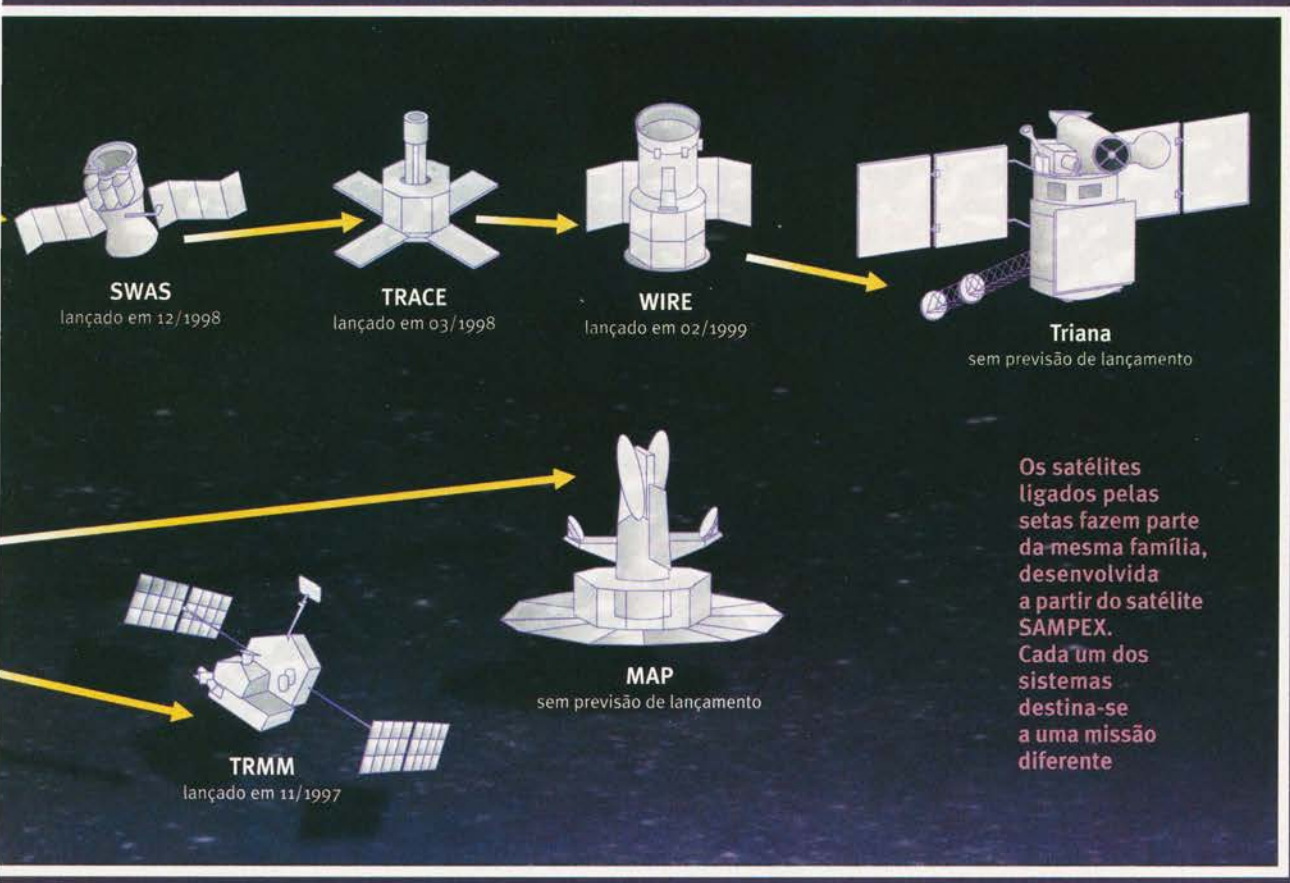
Outra estratégia utilizada foi a divisão do domínio em subdomínios, ou seja, em áreas menores de conhecimento. Depois de classificar os elementos do subdomínio e descrever suas características, desenvolve-se um componente do *software* que vai resolver as questões relativas ao subdomínio. "Os corpos celestes são um subdomínio do domínio de controle e direcionamento, que reúne dados de todo o universo", diz. O componente é, então, testado em missões simuladas em laboratório. Segundo Travassos, cada subdomínio é trabalhado separadamente até que se complete todo o domínio: uma tarefa lenta e detalhada.

Nova ferramenta

Na tentativa de agilizar a construção dos esquemas que descrevem o domínio, os pesquisadores desenvolveram uma ferramenta chamada 'quick'. Ela é um programa que permite selecionar, nos diagramas já desenvolvidos, as informações necessárias para a construção do *software* da nova missão. "Algumas informações dos diagramas são comuns a todas as missões enquanto outras variam de missão para missão. É preciso buscar as semelhanças e escolher variáveis", explica o pesquisador.

Outro aspecto interessante dessa tecnologia é que os componentes que não estejam no 'cardápio' de missões já desenvolvidas para o domínio podem ser adicionados à linha de produção, realimentando-a. "A idéia é que um dia, tendo em vista os gastos de tempo e recursos, possa-se optar entre desenvolver ou comprar os componentes", diz Travassos.

Já foram desenvolvidos vários componentes, como o protótipo para sistema solar e o protótipo para a área de sensores, além da arquitetura inicial do *software*. Em julho de 2002, está previsto que alguns componentes integrem um satélite que será lançado na órbita de Netuno com a missão de identificar a origem e o nível de expansão do universo. Será o primeiro teste no espaço e, se tudo correr bem, esses componentes vão integrar a linha de produção. Os pesquisadores estimam um prazo de cinco anos para que o modelo final do *software* esteja pronto. "Quando a linha de produção estiver concluída e em uso, a qualidade e a confiabilidade do *software* devem crescer", prevê.



Thaís Fernandes
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA Projeto avalia produção de linfócitos e anticorpos gerada por vacinas anti-HIV

Brasil testa vacinas contra a Aids

A avaliação da resposta imunológica provocada por duas vacinas contra a infecção pelo HIV será realizada no Brasil pelo Projeto Praça Onze, conduzido pelas universidades Federal do Rio de Janeiro e de Pittsburgh (Estados Unidos). É a primeira vez que um estudo desse tipo é feito simultaneamente em países diferentes – Brasil, Haiti e Trinidad e Tobago. Embora existam mais de 40 estudos de vacinas contra o vírus da Aids no mundo, o Brasil é o primeiro país nas Américas do Sul e Central a desenvolver esse tipo de pesquisa. O do Projeto Praça Onze será o segundo estudo a ser realizado no Brasil – a Fundação Oswaldo Cruz, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais, foi a pioneira no início dos anos 90.

À frente da iniciativa estão o brasileiro Mauro Schechter e o norte-americano Lee Harrison. O Projeto Praça Onze vai testar a combinação das vacinas vCP1452 e rGP120, que é a estratégia mais promissora existente no momento para a estimulação da resposta imune. Espera-se que essa combinação seja capaz de induzir anticorpos neutralizantes, proteínas que podem bloquear a capacidade do vírus de infectar células, e respostas de linfócitos T citotóxicos (LTC), capazes de destruir células já infectadas pelo HIV. Apesar de testes realizados nos Estados Unidos e na França terem confirmado a segurança e a capacidade dessas vacinas de produzir anticorpos e linfócitos contra o vírus da Aids, a resposta do sistema imunológico pode ser diferente em países em desenvolvimento devido a fatores como carência nutricional e diferenças na composição genética da população. "É importante ressaltar que nós não estamos falando de cura, mas de prevenção", diz Regina Ferro do Lago, coordenadora do projeto.

A vCP1452 é feita a partir do vírus canarypox, capaz de provocar doença em canários, mas inofensivo para o ser humano. Por meio de engenharia genética, foram inseridos no vírus 'enfraquecido' partes de genes do HIV que codificam a proteína GP120, encontrada na superfície do vírus, e a proteína GP41, que ancora a GP120 na capa. Além deles, foi introduzida parte de dois genes:

A história do Projeto

Criado em 1995, o Projeto Praça Onze é financiado pelos National Institutes of Health (NIH), órgãos do governo norte-americano que patrocinam pesquisas na área de saúde. Em sua primeira fase, entre 1995 e 1998, foram recrutados 800 voluntários soronegativos para o HIV do sexo masculino, com idades entre 18 e 50 anos, que relatavam manter ou já terem tido relação homossexual. O principal objetivo do estudo era avaliar a soroincidência do HIV nessa população, mas também foram estudados os fatores biológicos e comportamentais associados à infecção pelo vírus. A cada seis meses ou quando apresentavam qualquer sintoma de doenças sexualmente transmissíveis, os voluntários recebiam camisinhas e orientações sobre formas de prevenção e assistiam a palestras de sexo seguro. Além disso, realizavam exames de sangue, respondiam a um detalhado questionário sobre seu comportamento sexual e eram examinados por uma equipe médica.

No final de 1998, o Projeto iniciou sua segunda etapa, com a realização de um estudo de quimioprofilaxia para a prevenção do HIV após relações sexuais sem proteção e com a preparação do atual estudo de vacinas. No estudo de quimioprofilaxia, que será concluído em alguns meses, é oferecido a 200 voluntários homossexuais aconselhamento para a prevenção do HIV e um suprimento suficiente para quatro dias de drogas anti-retrovirais (geralmente usadas para prevenir a infecção pelo vírus da Aids

o *gag*, que codifica a proteína do núcleo do HIV (p55), e o *pol*, que codifica as enzimas do vírus. Já a vacina rGP120 é uma cópia construída por engenharia genética da GP120. "Nesse caso, a GP120 copiada pertence ao vírus SF-2, uma linhagem do HIV adaptada para multiplicar-se em tubos de ensaio e semelhante à maioria dos vírus encontrados nos Estados Unidos e nos voluntários da primeira fase do Projeto Praça Onze que se contaminaram", acrescenta.

No caso da vacina vCP1452, os genes do HIV produzem proteínas que induzem o sistema imunológico a produzir linfócitos capazes de destruir células já infectadas pelo HIV. Já a rGP120 funciona como um reforço, estimulando o organismo a produzir anticorpos contra a proteína GP120.

No Brasil, vão participar do estudo 40 voluntários, entre homens e mulheres, com idade entre 18 e 60 anos – todos soronegativos para o HIV. Os voluntários serão divididos aleatoriamente em três grupos. O primeiro grupo, composto por 15 pessoas, receberá as duas vacinas, enquanto os 15 voluntários do segundo grupo receberão vCP1452 e o terceiro grupo, apenas placebo (substância inócua).

As vacinas, desenvolvidas para o subtipo B – o mais comum do vírus da Aids nos países em teste –, serão fornecidas pela indústria francesa Aventis Pasteur, que produz a vCP1452, e pelo VaxGen, dos Estados Unidos, fabricante da rGP120. Os participantes serão imunizados no início do estudo e depois de um mês. Também receberão duas outras doses após três e seis meses da primeira vacinação. Nas duas primeiras imunizações será aplicada apenas a vCP1452. Nas seguintes, o voluntário receberá as duas vacinas. O acompanhamento dos voluntários será realizado por, no mínimo, um ano e meio.

"É impossível que os voluntários sejam infectados pelo HIV por causa das vacinas, pois elas não são feitas diretamente a partir do vírus da Aids, mas a partir de cópias sintéticas do HIV incapazes de gerar a infecção feitas em laboratório", afirma Regina Lago. "Além disso, vamos orientar intensivamente os voluntários sobre o fato de que a vacina não protege contra a infecção pelo HIV e reforçar as medidas de prevenção, como o uso da camisinha", diz.

Se o estudo desenvolvido pelo Praça Onze confirmar a segurança e a produção de LTCs e anticorpos pela combinação vCP1452/rGP120, poderá se iniciar uma nova fase do projeto: o estudo de eficácia das vacinas. Se verificarmos que as vacinas provocam respostas imunes do organismo contra o vírus da Aids, ainda será preciso saber se elas são suficientes para evitar a infecção. Para isso, será necessário realizar novos testes em milhares de voluntários. "A prevenção do HIV através de uma vacina ainda vai levar muito tempo. Mas, nos últimos anos, houve um aumento no investimento em vacinas, diferentemente de períodos anteriores em que se investiu muito somente em drogas para tratamento."

Mara Figueira
Ciência Hoje/RJ

na transmissão de mãe para filho e em acidentes de trabalho). Os participantes são informados também sobre como tomar os medicamentos quando tiverem relação sexual sem proteção e, caso se exponham a risco, sobre a necessidade de comparecer à sede do Projeto para avaliação e recebimento de suplemento adicional de remédios. "O objetivo desse estudo não é avaliar a eficácia do medicamento. Queremos saber se o comportamento das pessoas se modifica quando elas têm essas drogas disponíveis", explica Regina Ferro do Lago.

Os voluntários são cuidadosamente orientados sobre o fato de se tratar de um estudo comportamental, sem comprovação científica de que as drogas utilizadas possam evitar a infecção após contato com o HIV por via sexual. Por conta disso, dados preliminares mostram que os voluntários não trocam a camisinha pela pílula, ou seja, não abandonam as medidas de prevenção por causa dos remédios. E também que têm se protegido mais, mas não o suficiente para evitar a infecção. "Eles aumentam os cuidados com os parceiros casuais, mas têm dificuldade em fazer isso com seus parceiros fixos. Quando têm relação sexual sem proteção com seus parceiros fixos, muitos optam por não tomar o medicamento anti-retroviral", diz Lago. A soroincidência entre os voluntários da primeira fase do Praça Onze é de 3,1% ao ano. "É uma taxa alta se comparada com outros estudos realizados em populações semelhantes. E continua alta, apesar do trabalho de conscientização, das informações e da distribuição de preservativos."

ENGENHARIA FLORESTAL Pesquisadores estudam alternativas para preservar o mogno brasileiro

Enxerto no combate a pragas

Enxertar o mogno africano no mogno brasileiro pode ser a solução para evitar o ataque da broca das meliáceas (*Hypsipyla grandella*), que destrói as plantações e impede a comercialização da madeira. A praga, que também atinge o cedro e a andiroba, está presente em toda a América Latina tropical, com exceção do Chile. Segundo pesquisa desenvolvida pelo engenheiro florestal Antônio Lelis Pinheiro, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, além dessa alternativa, já está sendo estudada a possibilidade de criar um mogno transgênico resistente à broca.

Os inseticidas usados atualmente para evitar o ataque da praga são muito caros e difíceis de encontrar no mercado. "Além disso, somente a ingestão do inseticida é capaz de combater a mariposa. Os inseticidas que matam por contato só eliminam o inseto quando os danos já foram causados", explica o engenheiro. Já o mogno africano não é atacado pela broca porque produz uma substância inseticida natural – estudada em conjunto com pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos –, que mata as larvas.

A mariposa *Hypsipyla grandella* coloca seus ovos embaixo das folhas localizadas perto da extremidade dos galhos, e a larva, quando sai dos ovos, perfura o ramo para se alimentar da parte interna. Com isso, a parte superior do mogno é completamente destruída e a árvore passa a crescer lateralmente. "A árvore vai se abrindo e fica parecida com uma vassoura. A praga ataca até as mudas e pode chegar à raiz", explica Pinheiro. "Apesar de não

causar a morte da planta, acaba com o cultivo porque a má formação do mogno inviabiliza sua comercialização", completa.

As 25 árvores com o enxerto plantadas para estudo, atualmente com um ano de idade e 3,5 m de altura, apresentaram 100% de proteção. "Estamos certos de que houve transmissão de proteção porque também plantamos mognos brasileiros sem enxerto na mesma área e eles foram atacados pela praga", explica.

Apesar disso, o pesquisador analisa os resultados com cautela. "Esses dados são pura observação", diz. Mas ressalta que cerca de mil mognos já estão sendo plantados em diversos locais do país, mesclando plantas enxertadas com as naturais para confirmar os resultados obtidos até hoje. "Um número maior de árvores nos dará um caráter mais científico", esclarece Pinheiro. Ele ainda não recomenda o cultivo do mogno enxertado porque os efeitos da enxertia na estrutura anatômica e na qualidade da madeira ainda não são conhecidos. "Fizemos estudos com cedros brasileiros enxertados em cedros australianos e verificamos que a madeira perdeu qualidade, apesar da planta enxertada ser resistente à *Hypsipyla grandella*", explica.

Porém, o enxerto não é a única alternativa de combate à praga. Está sendo estudado o desenvolvimento de um híbrido entre o mogno brasileiro (*Swietenia macropylla*) e o africano (*Khaya ivorensis*) resistente à *Hypsipyla grandella* por fusão de protoplastos (conjuntos de citoplasma, núcleo e organelas). Essa técnica de cultivo *in vitro* destrói membranas secundárias da célula por ação de enzimas para fundir os protoplastos dos dois mognos. "Nosso objetivo é produzir uma planta com a mesma madeira do nosso mogno e a resistência do africano", explica Pinheiro. "Outra vantagem é que os descendentes do mogno híbrido seriam resistentes à praga, enquanto o enxertado não transmite a resistência."

Segundo o engenheiro florestal, o desenvolvimento de uma técnica que torne o mogno brasileiro resistente à broca é fundamental para viabilizar o cultivo da espécie. Hoje, a maior parte do mogno utilizado comercialmente é retirado da natureza, onde a incidência da praga é menor. "Isso acontece porque existem apenas entre cinco e 20 árvores por hectare, o que reduz a chance de a mariposa depositar seus ovos justamente no mogno. Já o cultivo da espécie implica um número maior de árvores por hectare", explica Pinheiro.

Mara Figueira
Ciência Hoje/RJ

FÍSICA Estudo desmente crença de que nascimentos estão associados às fases lunares principais

A Lua e os bebês

São muitas as crenças populares que relacionam as fases da Lua a fatos terrenos. Não faltam, portanto, as que se referem ao nascimento de bebês. São comuns afirmações do tipo "nascem mais bebês nos dias de mudança de fase da Lua" ou "há mais nascimentos na Lua cheia". Recentemente, em um programa radiofônico, uma astróloga apresentou a seguinte questão: "Se a Lua é capaz de agir nas enormes massas de água dos oceanos, como não teria efeito sobre os líquidos no útero da mãe ou sobre outros fluidos corporais, influenciando o crescimento dos cabelos?" Sem dúvida, um persuasivo argumento, especialmente para quem desconhece como as marés ocorrem.

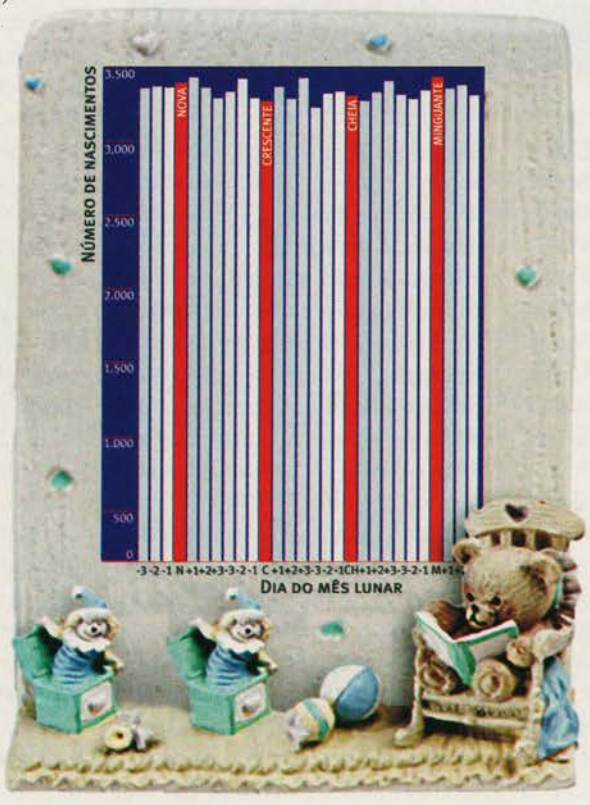
Quem demonstrou que as marés são causadas pela Lua e também pelo Sol foi o físico inglês Isaac Newton (1642-1727). As marés ocorrem porque a atração gravitacional que qualquer um dos dois astros exerce sobre diferentes pontos da Terra é variável em intensidade e orientação. Essa variação se deve ao fato de o raio terres-tre não ser desprezível quando comparado às distâncias da Terra ao centro de qualquer um dos dois astros. Assim, as águas oceânicas, por se estenderem amplamente pelo planeta, acabam sofrendo efeitos de maré. Já esses efeitos não se verificam onde o volume de água é pequeno, como em bacias ou açudes, porque os diferentes pontos desses locais estão eqüidistantes do astro que exerce atração. Da mesma forma, os líquidos no útero da mãe (ou no bulbo capilar) não sofrem efeitos de marés.

Cabe lembrar que as maiores marés ocorrem em Lua cheia e nova, quando o satélite e o Sol estão quase alinhados com a Terra e a composição resultante das duas forças de maré é máxima (a força máxima de maré solar é cerca da metade da lunar). Mas as marés acontecem em qualquer dia e não apenas nos dias das quatro fases principais da Lua. Portanto, se realmente nascessem mais bebês nesses períodos, isso não poderia ser atribuído aos efeitos de maré.

A fim de encontrar indícios a favor da ou contra a tão difundida crença popular, reunimos dados dos arquivos sobre candidatos a concursos vestibulares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A partir das datas de nascimento dos candidatos, e com auxílio de tabelas de lunações fornecidas pelo Observatório Nacional, determinamos em que dia do mês lunar cada candidato havia nascido. Registramos 93.124 datas de nascimento; 90% desses candidatos nasceram entre 1967 e 1983 e 10% entre 1930 e 1967.

Observa-se no gráfico que o número de nascimentos oscila em torno de 3.300 por dia. O maior número de nascimentos ocorre no dia posterior à Lua nova (3.425) e o menor, três dias antes da cheia (3.210). Um teste estatístico permite concluir que as diferenças no número de nascimentos ao longo do mês lunar estão dentro dos limites do acaso. Ou seja, não há nenhuma evidência de que em algum dia do mês lunar nasçam mais ou menos bebês do que em outro, a não ser por pequenas flutuações aleatórias.

O estudo contradiz, portanto, a alegação de que, nos dias das quatro fases principais da Lua, aumenta o número de nascimentos. Serão verdadeiras as outras tantas influências atribuídas ao nosso satélite pela sabedoria popular?



O gráfico mostra o número de nascimentos nos dias das quatro fases principais da Lua (nova, crescente, cheia e minguante), bem como nos três dias anteriores (-3, -2 e -1) e posteriores (+1, +2 e +3) a cada fase

Fernando Lang da Silveira
Instituto de Física, Universidade Federal, Rio Grande do Sul

MEDICINA Banco de tecidos de vanguarda auxilia na recuperação de lesões graves

Salvando a pele

A sobrevivência de pessoas que sofreram traumas ou perdas cutâneas extensas, principalmente queimaduras, está intimamente relacionada à remoção imediata das áreas lesadas e ao rápido fechamento das feridas. Para viabilizar um atendimento dinâmico a esses pacientes, os bancos de tecidos têm um papel fundamental. O Hospital das Clínicas, em São Paulo, inaugurou no fim do ano passado, com o apoio da Agência Internacional de Energia Atômica e em parceria com o Instituto de Pesquisas Nucleares do Estado de São Paulo, um banco de tecidos capaz de processar e armazenar diversos tipos de tecidos. Com isso, poderá beneficiar não apenas pacientes com queimaduras, mas também os que sofreram perda cutânea ou óssea em acidentes e as vítimas de tumores ósseos, entre outros.

No novo banco, o prazo de conservação dos tecidos pode chegar a dois anos no caso de enxertos de pele mantidos em uma temperatura inferior a - 80°C

"Inicialmente, prevemos o processamento e a armazenagem de enxertos de pele, osso, cartilagem e âmnios – membranas que envolvem o feto", diz a cirurgiã plástica Marisa Roma Herson, responsável pelo banco de tecidos.

Com rigoroso controle de qualidade, de nível internacional, o banco utiliza preferencialmente a radiação nuclear para esterilizar os enxertos. Segundo Herson, o uso da energia nuclear é apenas uma das formas conhecidas de se obter um material comprovadamente estéril. Para o tecido ósseo, por exemplo, a irradiação por raios gama é muito eficaz. Nesse processo, o tecido é colocado em uma câmara com uma determinada fonte radioativa, cuja carga determina a duração da exposição. "Não ficam resíduos de radiação no enxerto", garante Herson. No entanto, para outros tecidos, como o cutâneo, a irradiação não é a melhor opção, pois altera a estrutura do enxerto, prejudicando sua integração. "Nesse caso, é necessário manter controle rigoroso da esterilidade durante todas as etapas do processamento e conservação do tecido, comprovada através de testes microbiológicos", explica.

Mas a principal diferença desse banco em relação aos outros existentes no Brasil é a sua estrutura apta a processar e armazenar diversos tipos de tecidos. Equipamentos de alta tecnologia e técnicos devidamente treinados permitem que o prazo de conservação dos tecidos seja ampliado, podendo chegar a dois anos no caso de enxertos de pele mantidos em uma temperatura inferior a 80°C negativos. "Isso possibilita a formação de um estoque. Já o antigo Banco de Pele do Hospital das Clínicas, que foi incorporado ao novo banco de tecidos só tinha capacidade para conservar os tecidos em geladeira durante três semanas", diz. Com isso, as chances de um receptor conseguir o tecido de que precisa aumentaram. "Mas o problema ainda não está resolvido. Não há número suficiente de enxertos de pele disponíveis devido à pequena quantidade de doadores", completa a cirurgiã.

Enxertos alógenos

Para indivíduos que sofreram queimaduras severas, tendo mais de 60% da superfície do corpo danificada, os enxertos de pele podem significar a sobrevivência, pois, enquanto as feridas estão abertas, o paciente está sujeito a infecções e perdas metabólicas muito grandes. Quando um paciente chega ao hospital nessas condições, é necessário fechar as feridas, o que muitas vezes não pode ser feito com enxertos de pele do próprio indivíduo, por falta de tecidos suficientemente íntegros para servir de área doadora. Então, é feito um enxerto alógeno, isto é, proveniente de um doador, diminuindo a perda metabólica e estimulando o sistema imunológico do paciente, o que melhora seu quadro geral.

"Durante cerca de duas semanas, em média, o enxerto alógeno não sofrerá rejeição. Após esse tempo, o organismo reconhece o enxerto como alheio, começa a

reagir contra ele e passa a rejeitá-lo. Esse prazo pode parecer pequeno mas ter as feridas fechadas pode significar a sobrevivência do paciente", diz a médica. Se, depois da primeira intervenção, ainda não houver condições de se realizar um enxerto autógeno, ou seja, com a pele do próprio doente, poderá ser repetido outro enxerto alógeno. "Estamos sempre pesquisando formas de fechar as feridas dos doentes, para que eles consigam viver e para adotar procedimentos definitivos, como o auto-enxerto ou o enxerto de células da pele cultivadas em laboratório."

Encontrar doadores de pele é ainda mais difícil do que achar doadores de órgãos e outros tecidos, segundo a pesquisadora. "As pessoas não compreendem como funciona a doação e temem que haja mutilação de seus familiares. Na verdade, a profundidade de pele retirada não passa de 1,5 mm". Quando um doador é identificado, equipes especializadas retiram primeiro os órgãos e, em seguida, os tecidos doados, como córneas, pele, ossos e cartilagens. "Só depois dos controles de esterilidade é que poderão ser enxertados; assim, garantimos que o paciente não receba tecido contaminado", diz Herson.

Para o coordenador do Banco de Tecidos e professor de cirurgia plástica e queimadura da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Marcus Castro Ferreira, as perspectivas do novo Banco são ainda mais otimistas. "Estamos planejando expandir a longo prazo sua capacidade para processar e armazenar todos os tecidos possíveis e viabilizar sua distribuição para outras regiões que não possuam bancos com qualidade reconhecida, mas onde há profissionais capacitados para realizar os enxertos", diz Ferreira.

Luís Henrique Valdetaro
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA

ULTRA-SOM E DOPPLER NO DIAGNÓSTICO DE ANOMALIAS FETAIS

O uso associado da ultra-sonografia e do doppler do duto venoso torna mais seguro o diagnóstico precoce de anomalias cromossômicas no feto. Enquanto o ultra-som examina a morfologia dos órgãos, captando possíveis imagens alteradas que sugerem malformações, o doppler analisa a velocidade do sangue no duto venoso. Como esse vaso é responsável pelo transporte do sangue bem oxigenado da placenta para o coração fetal, é possível avaliar a função cardíaca do feto. "A opção pelo doppler deve-se ao fato de que 50% dos casos de síndrome de Down e 90% das outras anomalias cromossômicas provocam alterações estruturais no coração, o que a ultra-sonografia sozinha não é capaz de identificar", diz o médico Carlos Murta, do Departamento de Obstetrícia da Unifesp e da Universidade Federal do Espírito Santo.

A grande vantagem do novo método de diagnóstico, segundo Murta, é que o percentual de resultados falso-positivos cai de 5% (quando é realizado apenas o ultra-som) para 1,8%, o que diminui a necessidade da biópsia de placenta, do líquido amniótico ou do sangue do feto. "A biópsia é uma técnica invasiva, que oferece risco de aborto, indicada para confirmar uma suspeita de alteração cromossômica", explica o médico. O diagnóstico feito normalmente através do ultra-som identifica 80% das anomalias, enquanto o doppler detectou 92% dos casos durante a pesquisa. "O diagnóstico precoce de anomalias fetais é de grande importância, já que a maioria delas evolui para morte intra-uterina e aborto", diz.

GEOLOGIA

CEMITÉRIO MAIS SAUDÁVEL PARA OS VIVOS

O cemitério Parque São Pedro, em Curitiba, é exemplo de excelência ambiental. Foi o primeiro cemitério no mundo a receber o certificado de qualidade ISO 14000. Para impedir a contaminação do solo e do lençol freático, em decorrência das substâncias tóxicas liberadas durante a putrefação, foram instalados, por toda a extensão do terreno, canos subterrâneos que levam essas substâncias até um filtro biológico, responsável pela eliminação das bactérias.

Segundo o geólogo Leziro Marques da Silva, da Universidade São Judas Tadeu (USJT), em São Paulo, um cadáver adulto de 70 kg produz 30 litros de necrochorume, líquido composto por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas – entre elas a cadaverina e a putrescina, altamente tóxicas –, além de bactérias e vírus provenientes do corpo em decomposição. "O consumo de água contaminada por esses microrganismos pode causar febre tifóide, hepatite A, tuberculose e poliomielite", afirma Marques.

Um estudo realizado pela USJT em 600 cemitérios brasileiros, ao longo de 30 anos, mostrou que nada menos que 75% dos cemitérios municipais apresentam problemas de contaminação. "No entanto, há outras formas ainda mais baratas de evitar esse risco, como a construção de uma laje côncava, impermeabilizada, no fundo do túmulo, para reter o necrochorume, e a adição de oxidantes, como cal virgem e peróxido de cálcio, no interior do caixão, para facilitar a decomposição", diz o geólogo. E acrescenta: "O monitoramento constante do subsolo é fundamental".

ECOLOGIA Usina substitui diesel por óleo vegetal na Amazônia

Combustível natural

A semente de andiroba (*Carapa guianensis*) está entre as oleaginosas que apresentam melhores rendimentos para obtenção de energia

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

Uma usina pioneira que substitui o óleo diesel por óleo vegetal, extraído de sementes nativas da Amazônia, no abastecimento dos geradores foi inaugurada no fim do ano passado na comunidade do Roque, no município de Carauari, a cerca de 900 km de Manaus (AM). A usina, com capacidade de geração de 115 kW – o suficiente para manter sempre acesas 1.150 lâmpadas de 100 watts –, fornecerá eletricidade para a comunidade, beneficiando 50 famílias e ajudando a aumentar a renda da maior parte da população, que vive da extração vegetal. O novo sistema de geração de energia faz parte de uma experiência-piloto promovida pelo Departamento de Eletricidade da Universidade do Amazonas (UA) para substituir o óleo diesel por fontes de energia sustentáveis e não poluidoras.

"Há dois anos buscamos uma alternativa para o difícil abastecimento de energia a diesel na região. É uma saída para comunidades muito isoladas e que dependem de longas viagens de barco para obter o combustível que alimenta os geradores", diz o engenheiro José de Castro Correia, coordenador do programa que recebeu financiamento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas e do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Entre as espécies vegetais utilizadas para a produção de energia da usina estão algumas oleaginosas, como murumuru (*Astrocaryum murumuru)* e andiroba (*Carapa guianensis)*, que apresentam os melhores rendimentos para obtenção de energia. "O óleo é produzido a partir das sementes dos vegetais, ou seja, as árvores não são derrubadas", explica Castro Correia. Técnicos da UA forneceram treinamento para capacitar a população local no gerenciamento da microindústria, desde a coleta até a operação do sistema de produção de óleo e geração de energia, passando pela secagem de sementes, tratamento, prensagem e filtragem do óleo.

A usina produz atualmente cerca de 30 litros de óleo por hora, devendo passar a produzir, a partir de maio deste ano, 120 litros por hora. Do total produzido, segundo o engenheiro, só 10% a 15% vão para os geradores. O restante é comercializado pela comunidade. "Além de trabalhar na geração de energia, os moradores poderão usar os resíduos da andiroba – a chamada torta de andiroba, formada de casca e polpa já prensadas – para produzir e comercializar subprodutos, como velas repelentes de mosquitos", diz. Assim, a expectativa é de que a renda média dos habitantes da região, que hoje é de R$ 60 por família, aumente.

Do ponto de vista ambiental, também há vantagens: o diesel, além de uma fonte de energia não renovável, emite gases tóxicos, como dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4), que contribuem para agravar o efeito estufa, e óxidos de enxofre (SO_x), que colaboram para a formação das chuvas ácidas, extremamente danosas ao ambiente. "Sem falar na emissão de particulados, que têm efeito direto sobre a saúde humana, provocando doenças respiratórias", avalia Castro Correia. Já a queima do óleo de andiroba, como qualquer outra biomassa, libera principalmente dióxido de carbono, que é incorporado a outras plantas em crescimento, durante a fotossíntese. "No final,

As mulheres da comunidade do Roque participam da quebra de sementes de uricuri e da seleção das de andiroba para testes de secagem e produção de óleo

a relação entre o gás lançado e o absorvido se iguala. Além disso, como podemos substituir uma árvore plantando outra, pode-se dispor de uma fonte inesgotável de combustível".

No entanto, o custo de produção de um litro de óleo de andiroba é superior ao do diesel, por se tratar de uma planta ainda não cultivada em escala. "Mas para a população ribeirinha há economia. A expectativa é que, com o desenvolvimento do óleo de andiroba e de outras oleaginosas para a geração de energia, a população disponha de um combustível alternativo produzido localmente para abastecer os motores, o que representa uma importante fonte de renda", diz o engenheiro. E completa: "A diferença de preço entre os dois combustíveis deverá ficar muito pequena com a intensificação da utilização dos óleos vegetais, especialmente se for desconsiderado o subsídio dado ao diesel."

Além disso, o óleo de andiroba já era extraído pela população local para a produção de sabões, sabonetes e xampus caseiros, e a mecanização da produção tornou essa extração mais produtiva. "Com a possibilidade de adaptação de motores e a modificação das características químicas dos óleos vegetais, pode-se vislumbrar uma nova alternativa energética para o país", avalia Castro Correia. Segundo ele, se considerássemos a substituição de 10% do diesel consumido em 1997 por dendê, por exemplo (aproximadamente 2,8 milhões de toneladas), estaríamos dando emprego a 56 mil famílias. "Isso porque o Brasil produz uma média de 5 t/hectare/ano de dendê, gerando um emprego por família para cada 10 hectares plantados. Seria possível, inclusive, recuperar solos degradados com o cultivo da planta", diz o engenheiro.

Como a andiroba é abundante em toda a floresta amazônica, inclusive nos outros países onde essa vegetação está presente, o projeto pode se tornar viável para toda a região. "É uma saída para as muitas comunidades que têm gerador mas raramente conseguem obter o diesel ou não possuem recursos para comprá-lo", aponta Correia. Ele lembra que, como o Brasil, outros países – Alemanha, França e Malásia – também desenvolvem pesquisas com geração de energia a partir de óleo vegetal: "Na Malásia, a partir da união do Instituto de Pesquisa do Azeite de Dendê, da companhia petrolífera estatal (Petronas) e de cinco empresas privadas, foi inaugurada recentemente uma usina de processamento de óleo de palma (ou dendê) para substituir o diesel."

Motor de 115kW, cedido para o projeto pelo Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília

Luís Henrique Valdetaro
Ciência Hoje/RJ

Luz no campo

Para analisar os impactos que a chegada da eletricidade no campo pode trazer aos moradores e ao meio ambiente, o Núcleo de Estatística Computacional do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio está promovendo um levantamento de dados para o Projeto Luz no Campo, da Eletrobrás, em parceria com concessionárias de cada região do Brasil. O programa já está sendo implantado nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo, e deve ser estendido a todos os estados do país.

O projeto será dividido em duas etapas. "Atualmente, moradores das localidades prestes a serem abastecidas com energia elétrica estão respondendo a um questionário sobre as expectativas quanto à chegada da eletricidade: o que acham que vai mudar, que eletrodomésticos pretendem comprar etc.", diz Reinaldo Castro de Souza, coordenador do Núcleo de Estatística Computacional.

Na etapa seguinte, que só acontecerá um ano depois de a eletricidade estar estabelecida nas regiões, os mesmos moradores serão entrevistados novamente para verificar se as expectativas foram alcançadas e quais foram as mudanças que realmente ocorreram na vida e no cotidiano dos entrevistados. "Queremos avaliar possíveis mudanças na educação, se houve degradação do ambiente, qual o eletrodoméstico que está presente no maior número de moradias, entre outras coisas", adianta Souza. Com os dados do levantamento, será montado um painel sobre o impacto socioeconômico causado pela chegada da luz elétrica em cada região.

NUTRIÇÃO Embrapa e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro desenvolvem farinha com maior teor protéico

Milho e soja contra a desnutrição

Uma farinha mista de milho e soja, com alto teor de proteínas, promete ser um novo aliado contra as deficiências nutricionais enfrentadas pela população brasileira de baixa renda, principalmente no Nordeste. Segundo estudos da Embrapa Agroindústria de Alimentos e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que desenvolveram a farinha em parceria, cerca de 300 g da mistura, com 20% de soja, são suficientes para suprir todas as necessidades protéicas diárias de um adulto.

O processo de fabricação da farinha é simples: inicialmente, a soja é descascada e aquecida, para eliminar fatores antinutricionais, como o inibidor de tripsina (que impede a ação do importante aminoácido de mesmo nome, responsável pelo desenvolvimento da massa muscular), e amenizar seu forte sabor. Em seguida, ela é misturada, na proporção de 20% ou 30%, com o milho na forma de canjica. A mistura é então pré-cozida em uma extrusora (máquina que dá uma forma alongada à mistura) e moída, o que torna o aspecto final semelhante ao das farinhas comuns de milho. Além disso, a baixa proporção de soja não permite alterações significativas no sabor ou no modo de preparo dos pratos à base da farinha. "No Nordeste também são comuns bebidas com o cereal. Como o sabor é mais concentrado, é possível sentir mudança no gosto caso não seja adicionada outra fruta, por exemplo", diz o engenheiro de alimentos José Luís Ascheri, da Embrapa.

Para a fabricação da farinha, os pesquisadores escolheram o milho por ser um dos cereais mais consumidos em todo o mundo, devido ao baixo custo e facilidade de estocagem e dada a grande variedade de pratos típicos nordestinos preparados com ele – inteiro ou moído. No entanto, como o teor de proteína que contém é relativamente baixo – cerca de 7% em cada 100 g –, foi necessária a adição de soja, que pode duplicar o valor protéico da farinha mista. "O cuscuz, por exemplo, tem normalmente teor protéico de 7% e pode chegar a 14% ou 16% com a nova farinha", avalia Ascheri.

Mais importante que aumentar o teor de proteínas na farinha mista, é melhorar sua qualidade, segundo o engenheiro. A soja contém aminoácidos que não são sintetizados por nosso organismo, tais como a lisina e o triptofano, fundamentais na dieta humana e que não estão em adequadas proporções no milho. Assim, seria possível suprir a carência protéica sem a obrigatoriedade de consumir carne ou leite. Entretanto, para que ocorra essa compensação, é necessária a ingestão de quantidades relativamente maiores de alimentos preparados com a farinha. "Os cereais levam mais tempo para ser digeridos, diminuindo o aproveitamento do organismo", explica o pesquisador, ressaltando que a intenção não é substituir a carne na dieta mas sim dar uma alternativa para quem não pode consumi-la com freqüência. E completa: "Devido ao alto teor de gorduras da soja, a ingestão de quantidades maiores da farinha implica também um aumento no consumo de calorias."

Para o consumo das 300 g diárias da farinha, Ascheri sugere um cardápio variado: um cuscuz no café da manhã, uma sopa à tarde e um curau à noite, como sobremesa. "É uma quantidade grande para ser consumida de uma só vez, e há a necessidade de se manter uma dieta balanceada", lembra. Ainda não existe previsão de quando a farinha estará no mercado. Por enquanto, a Embrapa está em fase de negociação com fabricantes interessados na produção industrial da farinha. Como é um produto enriquecido, os pesquisadores estimam que o custo final deve ser 15% maior do que o das farinhas comuns – em torno de R$ 0,60 o pacote de 500 g. "A idéia é que ela seja distribuída por prefeituras para uso na merenda escolar ou órgãos de assistência nas cestas básicas para populações mais carentes", diz o engenheiro.

Leonardo Cosendey
Ciência Hoje/ RJ

OFTALMOLOGIA

TRANSPLANTE DE CÓRNEA MAIS EFICIENTE

Um novo aparelho promete trazer benefícios para o campo da cirurgia ocular. Desenvolvido pelo Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), em parceria com a empresa francesa Moria, o instrumento é capaz de realizar transplantes lamelares, em que se retira apenas a camada superficial do olho, tanto do doador quanto do receptor. Trata-se de uma alternativa ao transplante penetrante, que remove totalmente a córnea. Segundo o oftalmologista Wallace Chamon, coordenador do projeto, apesar de esse procedimento ser praxe, pode provocar rejeição ou inflamações. "Quando a córnea é totalmente removida, o humor aquoso (líquido produzido no olho, responsável por criar defesas contra agentes externos) fica exposto, podendo liberar antígenos contra o novo tecido", explica.

Apesar dessa vantagem, o novo aparelho só é útil apenas nos casos em que o problema está na parte mais superficial (anterior) do olho, como cicatrizes, degenerações ou outra situação que comprometa a transparência da córnea. Porém, o transplante lamelar não é indicado para pessoas que se submeteram à cirurgia de catarata, já que a operação deixa uma cicatriz na parte posterior da córnea. "Em todos esses casos o transplante penetrante ainda é o mais usado. Não há tecnologia disponível para a realização de lamelares que, embora mais rápidos e menos traumáticos, respondem por apenas 1% das operações desse tipo realizadas no Brasil", afirma Chamon.

Em fase de teste, o aparelho – uma adaptação do microcerátomo utilizado nas cirurgias de miopia – tem um custo estimado em US$ 40 mil. Seguindo recomendações da Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital de São Paulo e da Unifesp, 20 pessoas já foram submetidas a estudo com o equipamento. Atualmente, os pesquisadores aguardam autorização da Comissão para prosseguir com os testes. Segundo Chamon, ainda é cedo para se afirmar se o aparelho terá o efeito desejado e se não oferece riscos de infecções, perfurações da córnea ou indução ao astigmatismo, apesar de os resultados serem satisfatórios por enquanto.

Ele diz que o alto custo do aparelho é compensado pela economia em armazenamento e transporte: para fazer o transplante penetrante é necessário que as córneas sejam retiradas do doador em até quatro horas após a morte. Quando conservadas em solução adequada, o prazo de validade é de cerca de uma semana. Já o transplante lamelar não precisa de córneas vivas, o que pode estender sua duração por tempo quase indeterminado.

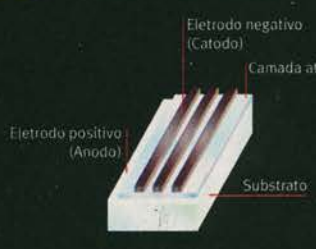
TECNOLOGIA

PLÁSTICO LUMINOSO PARA APARELHOS ELETRÔNICOS

Uma variedade orgânica dos LEDs (*Light Emitting Diodes*, ou diodos emissores de luz) – luzes que informam, por exemplo, se o computador está ligado ou se a bateria do celular está recarregada – promete melhorar o rendimento e baratear os custos de produção do aparelho. Os OLEDs, constituídos por três camadas de polímero, material de origem petroquímica semelhante a um plástico, consomem menos energia e são mais luminosos. "Como necessitam de equipamentos menos sofisticados para sua fabricação, o custo é mais baixo", diz o empresário Antonio Vaz, sócio da empresa Optanica, que realizou a pesquisa em parceria com laboratórios da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Para Vaz, a maior vantagem dos OLEDs é justamente a potencialidade de suas múltiplas aplicações. "Como emitem luz própria, uma tela construída a partir de OLEDs teria nitidez maior que a de cristal líquido (de calculadoras e celulares) e dispensaria luz de fundo (*backlight*), mesmo em ambientes com pouca luminosidade", explica. Ele destaca ainda que os OLEDs têm flexibilidade suficiente para serem moldados e que, no futuro, será possível construir monitores dobráveis ou celulares de pulso. O Laboratório de Polímeros da UFPE, segundo Vaz, já dispõe de todos os equipamentos necessários para produzir OLEDs, em escala laboratorial. Mas a produção nacional dessa tecnologia ainda depende de um investimento de cerca de US$ 5 milhões, já que o composto orgânico não é fabricado no Brasil e o valor de um grama fica entre US$ 200 e US$ 300. "A alternativa é encontrar no Brasil quem possa fornecer o composto", diz.

O OLED, ligado a uma corrente elétrica, recebe as cargas negativas e positivas pelo catodo e o anodo, respectivamente. Essas cargas encontram-se na camada ativa, onde ocorre a produção de luz. O substrato fornece sustentação para a estrutura, que não tem mais que 200 nanômetros de espessura total



QUÍMICA

LIBÉLULAS CAUSAM DANOS EM CARROS

Montadoras de todo o mundo enfrentam problemas com danos na pintura dos carros causados por chuva ácida, ovos de libélulas, fezes de passarinho e até algumas flores e frutas. A convite de um fabricante do filme de resina poliacrílico-melamínica que protege a pintura dos automóveis, os químicos Etelvino Bechara e Cassius Stevani, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, pesquisaram por que os ovos de libélulas, em contato com a lataria, provocam pequenas manchas e furos na pintura dos veículos, semelhantes aos causados pela chuva ácida.

Ao analisar os ovos, os pesquisadores verificaram que proteínas presentes na camada protéica que os envolve reagem com a água oxigenada liberada para endurecer a casca e proteger o embrião, no momento da postura. "O problema é que a lataria dos carros, quando exposta ao sol, pode atingir temperaturas acima de 70°C. Pelo contato com a água oxigenada, ocorre a oxidação de um aminoácido presente na proteína dos ovos (a cisteína), gerando o ácido cisteico – igualmente forte e mais aderente que o ácido sulfúrico –, que corrói a resina", explica Bechara.

A libélula, também conhecida como lavadeira, é um inseto aquático da subclasse dos pterigotos e da ordem dos odonatos. Sua principal característica é o

vôo ágil e veloz; algumas espécies atingem velocidades superiores a 90 km/h. Mas não é a velocidade que atrai as libélulas aos carros. "Elas são enganadas pela luz refletida na lataria e confundem o brilho na superfície do carro com um espelho d'água, que é o lugar onde costumam pôr seus ovos", diz o químico.

Para evitar prejuízos, sobretudo de março a junho, época do acasalamento, as montadoras ficam atentas à revoada dos insetos e jogam constantemente água sobre os carros para remover os ovos. Outra medida adotada é envolver a lataria com filme de polietileno, plástico transparente usado para cobrir alimentos. "O procedimento definitivo é substituir a resina, um polímero poliacrílico, pelo polímero poliuretânico que, por não ser um éster, não é corroída pelo ácido cisteico. Mas esse material é mais caro", avisa Bechara.

MEDICINA

VACINA CONTRA CÂNCER DE COLO UTERINO EM TESTE

Está em fase de teste, em cinco cidades brasileiras (Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Campinas e Fortaleza), no Canadá e nos Estados Unidos, uma nova vacina que promete ser uma grande aliada na prevenção do câncer de colo uterino. Desenvolvida pelo laboratório norte-americano Smith-Klein e aprovada pelo FDA (órgão controlador de remédios e alimentos), a vacina é composta por uma partícula que simula os subtipos 16 e 18 do HPV, vírus do papiloma humano, relacionado com 97% a 99% dos casos de câncer de colo de útero. "Esses subtipos apresentam mais chances de causar câncer, mas como não existem partículas virais nas vacinas não há risco de que as pessoas vacinadas sejam infectadas", afirma o ginecologista Jean Matos, da equipe de pesquisadores do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, coordenada por Paulo Naud. Este último acaba de ser escolhido o mais novo coordenador científico do Programa de Controle de Infecção para previnir o câncer de colo do útero para a Europa e a América Latina.

Apenas 2% das lesões precursoras evoluem até o câncer, devido à falta de tratamento ou a fatores que diminuem a imunidade do organismo. Mas preocupa o fato de cerca de 30 em 100 mil brasileiras desenvolverem a doença. A expectativa é de que a vacina, junto com exames ginecológicos periódicos, como o papanicolau, e a biópsia das lesões precursoras, diminuam esse número. "Atualmente, o único tratamento é a eliminação das lesões, com remédios ou bisturi. Como o vírus não pode ser erradicado do organismo, a melhor alternativa é manter em dia os exames de rotina e a imunidade alta", diz Matos.

Em cada local em que o teste está sendo realizado, foram escolhidas 100 voluntárias entre 15 e 25 anos, que não estão grávidas e não apresentam qualquer indício de infecção pelo HPV. Ao longo de um ano e meio, será monitorada a taxa de produção de células de defesa das pacientes, e se for constatado um aumento dos anticorpos específicos para o HPV, poderá ser verificada a eficácia da vacina. A estimativa é que, se os testes forem satisfatórios, a vacina esteja disponível em cinco anos.

ECOLOGIA

ANIMAIS EM CATIVEIRO SOB VIGILÂNCIA

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) baixou uma instrução normativa que obriga as pessoas físicas e jurídicas que têm registro de fauna a identificarem individualmente espécimes da fauna silvestre e exótica mantidos em cativeiro. A identificação deve ser feita por meio de tatuagens, anilhas de metal ou *chips*, entre outros sistemas. O sistema eletrônico só não é obrigatório para espécimes da fauna silvestre que não estão ameaçados de extinção. "O *chip* é mais seguro, já que é implantado sob a pele. Os outros métodos podem ser mais facilmente violados. Além disso, o *chip* não causa rejeição e não migra para outras partes do corpo do animal", afirma o biólogo Francisco Neo, do Departamento de Vida Silvestre do Ibama. Os dados contidos no *chip* são verificados através de leitura óptica.

Jardins zoológicos, criadouros comerciais de fauna silvestre e exótica, criadouros conservacionistas, criadouros científicos e mantenedouros de fauna exótica têm seis meses, a contar da data de publicação da instrução (05/03/2001), para identificar os animais incluídos na Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção. Para os espécimes não ameaçados e exóticos, o prazo é de um ano. Nesses prazos, também deve ser enviado ao Ibama um relatório contendo os dados do animal, como nome científico, sexo e origem, para registro e monitoramento dos espécimes. "É uma forma de evitar a consangüinidade, ou seja, impedir o cruzamento de animais com parentesco próximo, o que é prejudicial", explica Neo. Além disso, com a identificação, pode-se controlar o transporte de animais pelo território nacional e evitar a entrada de espécies exóticas. Os estabelecimentos que não cumprirem as exigências estarão sujeitos a autuação, intervenção e apreensão dos espécimes, chegando ao cancelamento do registro no Ibama.

FITOTERAPIA

GINKGO BILOBA MELHORA FUNÇÕES COGNITIVAS DE IDOSOS

A árvore de *Ginkgo biloba* pode ajudar as pessoas a envelhecer com boa qualidade de vida. É o que indica a pesquisa realizada pela psicóloga Ruth Ferreira Santos, do Centro Paulista de Neuropsicologia da Universidade Federal de São Paulo. Na pesquisa, testes neuropsicológicos mediram habilidades como memória, atenção, capacidade de abstração e habilidade motora fina de um grupo de 48 idosos. Durante oito meses, 23 deles receberam 80 mg diários de medicamentos à base da planta. Os outros 25 idosos foram tratados com placebo.

Depois desse período, os testes foram aplicados novamente. Os resultados mostraram que os idosos tratados com *Ginkgo biloba* tiveram uma melhora significativa das funções testadas, enquanto os tratados com a substância inócua apresentaram resultados inferiores aos obtidos no primeiro teste. Mesmo não tendo sido observadas diferenças significativas na capacidade de concentração do grupo tratado com *Ginkgo biloba*, a pesquisa sugere que a planta pode tanto reduzir o ritmo da degeneração de algumas funções cognitivas quanto produzir a melhora de outras.

Outro efeito propiciado pelo medicamento é a diminuição da viscosidade no sangue. Estudos anteriores sugeriam que o aumento na viscosidade, resultado do envelhecimento, poderia gerar uma diminuição da irrigação cerebral, determinando um rebaixamento das funções cognitivas. Apesar dos benefícios, a *Ginkgo biloba* pode causar dores de cabeça e de estômago, e deve ser usada com acompanhamento médico, já que a dosagem recomendada é individual e só pode ser determinada a partir de exames clínicos e laboratoriais.

MEDICINA

CARTILAGEM *IN VITRO* SUBSTITUI PRÓTESE

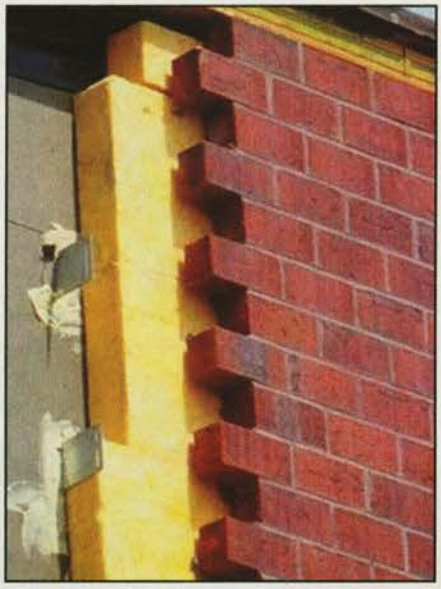
O Rio de Janeiro vai abrigar o primeiro laboratório de produção de cartilagem do Brasil, em uma parceria entre o Hospital Universitário da UFRJ e o Hospital de Traumato-ortopedia, ligado ao Ministério da Saúde. Nos casos de perda por acidentes, a cartilagem, um tecido elástico que tem a função de proteger as articulações, poderá ser substituída pelo tecido cultivado *in vitro*. Normalmente, são utilizadas próteses de titânio ou material plástico, que se desgastam com o tempo e precisam ser trocadas. "A grande vantagem da cartilagem *in vitro* é o fato de ser definitiva. As próteses possuem vida útil de aproximadamente seis anos", afirma Radovan Borojevic, coordenador da equipe do Hospital Universitário.

A técnica de produção da cartilagem é semelhante à usada no cultivo de células da pele. As células do tecido cartilaginoso, chamadas condroblastos, são produzidas a partir do tecido retirado do próprio paciente que receberá o enxerto, o que elimina o risco de rejeição. Em uma primeira cirúrgia, extrai-se um pedaço de cerca de 3 mm^3 de cartilagem do paciente. Os condroblastos do tecido retirado perdem a elasticidade e passam a se comportar como fibroblastos (células da pele), proliferando. "Em cerca de 20 dias já se tem a quantidade necessária para o transplante", diz Borojevic. Depois, as células são cultivadas em um gel que induz as características de cartilagem, devolvendo-lhes a elasticidade. O grupo estima que os primeiros transplantes poderão ser realizados em seis meses.

ENGENHARIA

USO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Resíduos do cultivo de arroz, da produção de papel e do tratamento de água estão sendo usados por pesquisadores de universidades brasileiras na produção de materiais para a construção civil. Lançados no solo, nos rios ou na atmosfera, representam riscos para a saúde e o ambiente; porém, reaproveitados, podem se transformar em cimento, argamassa ou tijolos de qualidade.



A especialista em engenharia ambiental Adriana Nolasco, do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP), adicionou o resíduo da produção de papel, composto de celulose e caulim (um tipo de argila), à argila usada em blocos cerâmicos, tornando-os mais resistentes, com melhor qualidade e acabamento. "Os blocos suportam melhor os impactos, reduzindo o prejuízo que o consumidor tinha com a quebra das cerâmicas durante o transporte e a construção", diz Nolasco. A adição dos resíduos também diminui os custos de produção para a indústria cerâmica, já que economiza água e energia na queima, além de diminuir a intensidade de exploração das jazidas de argila. A pesquisadora estuda agora o uso do resíduo, que é atóxico, em tijolos, argamassa, placas para forros, painéis de vedação para casas pré-fabricadas, lajes e como isolante termoacústico.

Pesquisadores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos incorporaram resíduos das estações de tratamento de água em matrizes de cimento. A partir da semelhança entre as partículas que formam esses resíduos e a sílica ativa, usada na produção de concreto de alto desempenho – que alia alta resistência e pouca permeabilidade –, os engenheiros João Sérgio Cordeiro e Almir Sales decidiram agregar ao cimento uma porção sólida dos resíduos moídos. O concreto produzido tornou-se até 20% mais resistente do que o convencional. "Além disso, a reutilização desses resíduos é uma alternativa para não poluir os rios com metais pesados provenientes do tratamento da água", avalia Cordeiro.

Outro cimento mais resistente e durável, à base de sílica de alta pureza obtida da casca de arroz, foi produzido na Universidade de São Paulo, *campus* de São Carlos, pelos pesquisadores Jefferson Libório, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, e Milton de Souza, do Instituto de Física. A reação entre a sílica ativa e o hidróxido de cálcio, presente no cimento, forma o silicato de cálcio hidratado, que ocupa os espaços vazios (espécie de poros) existentes no concreto, refinando-o e dando mais resistência e durabilidade ao material. Segundo Libório, o uso em larga escala dessa sílica na construção civil pode reduzir as áreas de exploração do minério e prolongar a vida útil das jazidas.

NEUROLOGIA

COMPLEMENTO NO DIAGNÓSTICO DO MAL DE PARKINSON

Exames otorrinolaringológicos e fonoaudiológicos contribuem para um diagnóstico mais preciso do mal de Parkinson – doença neurológica, caracterizada por tremores, rigidez muscular, diminuição da atividade motora espontânea, que atinge principalmente pessoas com mais de 50 anos. Esse foi o resultado de estudos realizados no serviço de Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Universidade Federal de São Paulo, com 86 pacientes entre 45 e 90 anos, sendo 43 deles portadores da doença. Durante a pesquisa, observou-se que a maior parte dos doentes apresentavam tremores nas cordas vocais e na laringe.

"Cerca de 89% dos pacientes com mal de Parkinson vão apresentar distúrbios de voz, deglutição ou fala, decorrentes dos tremores, em alguma fase da doença", diz o médico Onivaldo Cervantes, coordenador da pesquisa. Exames como a telelaringoestroboscopia, que permite visualizar na tela de um computador os tremores e vibrações das cordas vocais, fornecem dados complementares aos obtidos no exame clínico neurológico. E os neurologistas que não tinham o hábito de pedir avaliações laringológicas e de voz podem agora fazer um diagnóstico mais preciso e precoce, além de acompanhar com eficiência a evolução da doença. "O exame clínico pode não ser o suficiente para o diagnóstico exato, pois existem outras doenças neurológicas, como escleroses múltiplas, que podem ser confundidas com o mal de Parkinson", justifica o médico. E completa: "Já os tremores da corda vocal só são verificados nos parkinsonianos".

FOTO: STELLA MURGEL/DIVULGAÇÃO

A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou por um secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

SEDE NACIONAL: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 3106-1002.

ÁREA DE REPRESENTAÇÃO A: Amazonas (Andréa Viviana Waichman). Fac.Ciências Agrárias - Univ. Amazonas - Dep. Pesca. Av. Gen. Otávio Jordão Ramos, 3.000. CEP 69077-000, Manaus/AM. Tel. (92) 644-2354/2322. Fax: (92) 644-2384. awaichman@hotmail.com; **Maranhão** (Luiz Alvez Ferreira). Av. dos Portugueses, s/n - Campus Univ. Bacanga. Área de Convivência, Bl. 1 - Sl. 1. CEP 65080-040, São Luís/MA. Tel. (98) 231-3644. Tel./Fax: (98) 217-8183. luizferreira@elo.com.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO B: Bahia** (Gizélia Vieira dos Santos). UEFS - Av. Universitária, s/n - Br. 116 - Km 03 - Campus Universitário. CEP 44031-460, Feira de Santana/BA. Tel. (75) 224-8278. Fax: (75) 224-8019/8288. gizelia@uefs.br/gizelia@e-net.com.br; **Ceará** (Lindberg Lima Gonçalves). Dep. Física da UFC - C.P. 6030 - Campus do Pici. CEP 60451-970; Fortaleza/CE. Tel. (85) 288-9911/14. Fax: (85) 288-9636. lindberg@fisica.ufc.br; **Pernambuco** (José Antonio Aleixo da Silva). UFRPE - Dep. Ciência Florestal. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos. CEP 52171-030, Recife/PE. Tel. (81) 441-4577 - r. 423. Fax: 441-4090. aleixo@elogica.com.br; **Piauí** (Willame Carvalho e Silva). Rua Benjamin Constant, 1.367 - sl. 05. CEP 64000-280, Teresina/PI. Tel. (86) 221-4420/237-1532. willame.carvalho@uol.com.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Sousa Moreira). UFRN - Prédio da Reitoria - Pró-reitoria de Planejamento e Coord. Geral. Campus Universitário - Lagoa Nova. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel. (84) 215-3140/3141. Fax: (84) 215-3200. lmoreira@cb.ufrn.br; **Rondônia** (Célio José Borges). Dep. Educação Física da UNIR - C.P. 460. CEP 78900-970, Porto Velho/RO. Tel. (69) 216-8558/8555. ceborges@unir.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO C: Distrito Federal** (Alberto de Carvalho Peixoto de Azevedo). Dep. Matemática - UnB. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel. (61) 307-2442 - r. 224. Fax: (61) 273-2737. acpa@unb.br; **Goiás** (João Teodoro Pádua). Dep. Produção Animal - EV/UFG - C.P. 131 - Campus II. CEP 74001-970, Goiânia/GO. Tel. (62) 821-1591/92/94. Fax: (62) 821-1593. teodoro@vet.ufg.br; **Minas Gerais** (Andréa Mara Macedo). ICB-UFMG - Dep. Bioquímica e Imunologia. Av. Antonio Carlos, 6.627. CEP 31270-910, Belo Horizonte/MG. Tel. (31) 499-2641. Fax: (31) 499-2984. andrea@mono.icb.ufmg.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO D: Rio de Janeiro** (Adauto José Gonçalves de Araújo). ENSP/FIOCRUZ - R.Leopoldo Bulhões, 1.480-6ºand. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel. (21) 598-2587. Fax: (21) 598-2610. adauto@ensp.fiocruz.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO E:** No atual mandato não temos nenhuma representação no Estado de São Paulo; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO F: Paraná** (Luiza Marta Bellini). Dep. Fundamentos da Educação - UEM. Av. Colombo, 5.790 - Jd. Univ. CEP 87020-900, Maringá/PR. Tel./Fax: (44) 263-2164. bellini@wnet.com.br

SECCIONAIS: Curitiba (Euclides Fontoura da Silva Junior). UFPR - Setor Ciências Biológicas. Museu de Ciências Naturais - C.P. 19031. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel. (41) 361-1628. Fax: (41) 266-2042. efontour@garoupa.bio.ufpr.br; **Rio Grande do Sul** (Sérgio Bampi). Inst. Informática - UFRGS - C.P. 15064. CEP 91501-970, Porto Alegre/RS. Tel. (51) 316-6812. Fax: (51) 319-1576. bampi@inf.ufrgs.br; **Santa Catarina** (Sílvio Coelho dos Santos). Rua Idalina Pereira Santos, 47 - Agronômica. CEP 88025-260, Florianópolis/SC. Tel. (48) 331-9250 - r. 25/333-1551. Fax: (48) 331-9364/9751. silvio@cfh.ufsc.br

EPIDEMIOLOGIA Apesar dos avanços da medicina, velhas e novas epidemias preocupam especialistas

Doenças emergentes e reemergentes no Brasil

Marcos Boulos
Departamento de Doenças Infecciosas e Parasitárias, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo

As doenças infecciosas fazem parte da história da humanidade e de nosso cotidiano. Quem não se lembra da chamada 'peste negra', que dizimou milhões de europeus, na Idade Média? Doenças como cólera, varíola, febre amarela, malária e tantas outras marcaram profundamente a população mundial e certamente alteraram a evolução social. No século 20, apesar dos avanços da medicina, ocorreram pandemias como a da gripe espanhola e, na atualidade, a da Aids, e inúmeras outras infecções têm sido motivo de preocupação.

As doenças infecciosas surgem e se disseminam, em geral acometendo número significativo de pessoas, em função do modo de contágio e das condições de higiene em que vive a população. Embora muitos acreditassem, após a descoberta dos antibióticos e das vacinas contra muitos agentes infecciosos, que a humanidade caminhava para o controle ou a erradicação de tais doenças, tornaram-se freqüentes nas últimas décadas as notícias sobre a descoberta de novas doenças e o reaparecimento – ou a expansão da área de incidência – de outras. São as chamadas doenças emergentes e reemergentes.

Quando, pelos mais diferentes motivos, o equilíbrio natural é interrompido — por destruição ambiental ou invasão de ambientes isolados —, aumenta a possibilidade da ocorrência de doenças

Doenças emergentes são aquelas identificadas em determinada população sem nunca a ter afetado antes. É o caso da Aids, que surgiu em âmbito mundial há cerca de 20 anos. No Brasil, um exemplo é o dengue, introduzido no país há pouco mais de 10 anos. As doenças reemergentes são as que reaparecem após sua erradicação, em geral indicando falta de vigilância adequada. São exemplos o cólera, no Brasil, e os surtos da febre hemorrágica causada pelo vírus Ebola, na África. Portanto, a emergência ou a reemergência de uma doença é definida em função da população atingida, ou seja, as doenças podem emergir ou reemergir em um país ou estado, embora já estejam incidindo há muito tempo em outra área.

Para identificar e avaliar as condições que facilitam o surgimento de certo grupo de doenças é fundamental conhecer a geografia médica do local (ou país) em estudo. Assim, em regiões onde predominam florestas e matas a atenção deve estar voltada para doenças transmitidas por vetores (geralmente mosquitos), em centros urbanos a preocupação é com aquelas transmitidas por gotículas de saliva e assim por diante.

Doenças infecciosas no Brasil

No Brasil, as doenças infecciosas são muito abrangentes e as possibilidades de surgimento de novos agentes de infecção de humanos são variadas, em função da alta diversidade da fauna e da flora nacionais. Existem no país inúmeros microrganismos que eventualmente infectam o homem.

Algumas doenças ganharam importância como emergentes, no país, mas em seguida não foram diagnosticados mais casos. Entre elas estão a encefalite pelo vírus Rocio (que apresentou um surto no litoral sul de São Paulo, em 1975); a febre negra de Lábrea (que apareceu na Amazônia ocidental na mesma época); a síndrome hemorrágica de Altamira, relacionada à picada do pium ou borrachudo, inseto da família Simuliidae (a doença surgiu em Altamira, no Pará); e a infecção pelo

vírus Sabiá (identificado em Cotia, em São Paulo, nos anos 80).

Várias doenças vêm causando dano, em anos recentes, à população brasileira, por emergência ou reemergência, e ainda continuam presentes no país. Entre elas, as mais importantes são malária, leishmanioses, cólera, infecção hospitalar, hantaviroses e Aids, além de dengue, febre amarela e outras arboviroses. Os hantavírus são em geral transmitidos por roedores silvestres, enquanto os arbovírus têm como vetores insetos e outros artrópodes.

A malária, altamente prevalente entre a população brasileira até 40 anos atrás, é causada por parasitos do gênero *Plasmodium* e transmitida por mosquitos do gênero *Anopheles*. A doença começou a ser controlada gradativamente através de programas de erradicação, com a borrifação de casas em áreas endêmicas, usando o inseticida (DDT), e com o uso da cloroquina para tratar os pacientes.

Em 1970 foram registrados pouco mais de 50 mil casos em todo o país, dando a impressão de que o controle da malária não demoraria. A partir daí, no entanto, vários fatores – como a colonização desordenada da Amazônia, o desemprego crescente no Sudeste (que levou muitas famílias para projetos agropecuários ou de mineração) e a falta de suporte sanitário – fizeram com que a incidência da doença voltasse a crescer. Em 1999, foram notificados mais de 630 mil casos, principalmente na Amazônia, onde não foram poupados grandes centros urbanos, como Manaus e Belém.

As leishmanioses são endemias presentes há muito tempo no país, mas a área de transmissão tanto da leishmaniose visceral quanto da cutâneo-mucosa vêm se expandindo. A leishmaniose visceral, originalmente descrita no Nordeste, é encontrada hoje em outras regiões: o estado mais recentemente acometido foi São Paulo, com um surto na cidade de Araçatuba. A doença tende a se espalhar ainda mais, em função da proliferação dos insetos vetores (espécies da família dos flebotomídeos) em diversas áreas. A leishmaniose cutâneo-mucosa, freqüente em áreas da floresta amazônica, também se espalhou: hoje há focos importantes na região urbana de Manaus, em outras cidades amazônicas e também em cidades de outras regiões com reservas florestais (como Mairiporã, na grande São Paulo).

O cólera, comum no passado, propaga-se pelo mundo através de pandemias geralmente iniciadas na Ásia. A atual começou há quase 40 anos, e alcançou o Brasil procedente do Peru, onde chegou em navios vindos de portos asiáticos. Em território brasileiro, a doença surgiu em cidades ribeirinhas do rio Amazonas, estendendo-se depois para o Nordeste e em pouco tempo chegando às regiões Sudeste e Sul.

Em relação à presença do cólera no Brasil, é preciso destacar dois aspectos: 1. não existiu transmissão da doença no país no século 19; e 2. sua permanência entre qualquer população está relacionada ao saneamento básico inadequado (transmissão fecal-oral), indicando descaso no atendimento público fundamental. Hoje, o cólera está presente em alguns centros urbanos do Nordeste, e a última grande epidemia ocorreu na cidade de Paranaguá (PR), em 1999.

A inclusão da infecção hospitalar nesta lista de doenças emergentes deve-se ao surgimento e à disseminação de microrganismos novos ou resistentes aos antibióticos, em função do uso indiscriminado desses medicamentos. No Brasil, tem causado muita preocupação a possibilidade de disseminação da bactéria *Staphylococcus aureus* resistente a todos os antibióticos, uma das mais freqüentes causadoras de infecção hospitalar. A infecção por essa bactéria pode evoluir de maneira muito grave e a ausência de medicamentos para combatê-la causa extrema preocupação. Pacientes com infecção por *S. aureus* resistente têm surgido com maior freqüência na Espanha, mas o risco de disseminação dessa 'superbactéria' é real no Brasil.

O primeiro caso conhecido de uma infecção por hantavírus ocorreu na Coréia, nos anos 50. Esses vírus, transmitidos por roedores, causam doenças hemorrágicas de evolução grave. Mais tarde, esse tipo de doença foi encontrado em quase todo o mundo, em especial na Europa. Em meados dos anos 90, uma nova forma de hantavirose, que ataca basicamente os pulmões, apare-

No Brasil, tem causado muita preocupação a possibilidade de disseminação da bactéria *Staphylococcus aureus* resistente a todos os antibióticos, uma das mais freqüentes causadoras de infecção hospitalar

Casos registrados no Brasil para algumas doenças infecciosas

(os números de 2000 não são definitivos)

DOENÇA	1997	1998	1999	2000
Malária	463.993	471.892	632.813	606.408
Tuberculose	83.309	82.931	82.000 *	– **
Cólera	3.044	2.745	4.638	753
Dengue	254.987	570.148	211.267	227.655
Febre amarela	3	34	76	84

* Dados preliminares ** Números ainda não tabulados

FONTE: FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (MINISTÉRIO DA SAÚDE)

O medo provém da ignorância. É muito mais saudável procurar conhecer os mecanismos de atuação e transmissão das doenças, para definir o que fazer em relação a elas

ceu nos Estados Unidos, e um hantavírus foi identificado como o seu causador. Têm sido identificados casos de hantavirose em São Paulo e Minas Gerais, em indivíduos que trabalham com cereais (nos locais de armazenagem, é comum encontrar roedores). No ano passado, um surto importante ocorreu na região dos Lençóis Maranhenses, com muitas mortes. O surto foi identificado após a constatação de que vários pacientes que chegaram ao hospital universitário de São Luís com doença ictérica vieram da região dos Lençóis.

A Aids é, sem dúvida, a principal doença emergente do século 20. A infecção, em apenas 20 anos após a descrição inicial, disseminou-se por todo o mundo, tendo um importante impacto na mortalidade entre jovens. Hoje, essa doença é a quarta causa de mortes no mundo (na África, é a primeira) e está se restringindo a populações mais pobres e sem acesso à informação. O Brasil está entre os países com maior número de casos (excluindo a África) e a maioria dos pacientes está no estado de São Paulo. Atualmente, a novidade da epidemia de Aids no Brasil é sua feminilização: 50% dos casos novos ocorrem em mulheres.

O dengue está vinculado à presença do mosquito *Aedes aegypti* nos centros urbanos. Esse vetor foi erradicado do Brasil na campanha contra a febre amarela, mas retornou há pouco mais de 20 anos, invadindo as cidades e propiciando o surgimento do dengue pela primeira vez no país. A presença do *A. aegypti* torna possível o retorno da febre amarela urbana. Esse mosquito invade as habitações humanas e se reproduz em águas acumuladas em qualquer recipiente (caixas-d'água, latas, pneus e outros), mantendo altos índices de transmissão. Como o mosquito existe hoje em mais de 50% dos municípios brasileiros, é concreto o risco de disseminação do dengue.

Já a febre amarela continuou existindo no Brasil, mesmo no período em que não havia *A. aegypti*, porque era transmitida entre macacos por mosquitos silvestres, que acidentalmente picavam humanos. Nesse período foram registrados alguns surtos de febre amarela silvestre com grande número de casos, como o ocorrido recentemente na chapada dos Veadeiros, em Goiás. Outras arboviroses, como Oropuche e Mayaro, têm eventualmente surtos na Amazônia. Como estas, muitas outras viroses podem ser identificadas em regiões de matas brasileiras.

Natureza e condições de vida

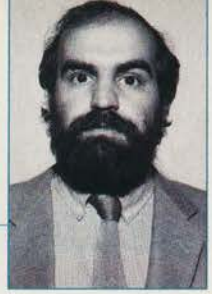
O surgimento, a reemergência, o controle e até a erradicação de doenças estão ligados a fatores como o relacionamento da população humana com a natureza (fonte de agentes infecciosos), a estrutura dos serviços de saúde e as condições de vida das pessoas, que determinam o nível de exposição a organismos patogênicos. Hoje, com o aumento da população mundial, que leva à destruição ambiental pela necessidade de novas áreas para moradia, agricultura e pecuária, e com a rapidez dos modernos meios de transporte, o contato com tais organismos e sua disseminação tornaram-se mais fáceis, exigindo constante preocupação dos responsáveis pela saúde pública.

A natureza, com todos os seus elementos – animais, vegetais e minerais – funciona de maneira harmônica, e tal equilíbrio é responsável por um mundo saudável, em que o fenômeno da doença é minimizado. Quando, pelos mais diferentes motivos, o equilíbrio natural é interrompido – por destruição ambiental ou invasão de ambientes isolados –, aumenta a possibilidade da ocorrência de doenças. Assim, preservar o equilíbrio de vida na natureza é fundamental para evitar a proliferação de agentes infecciosos diversos.

No que diz respeito à saúde pública, é importante enfatizar a necessidade da adoção de condutas preventivas (como a vacinação) por parte dos indivíduos sujeitos a maior contato com organismos patogênicos, de maior vigilância sanitária em relação a áreas ou setores populacionais mais expostos (para a detecção rápida de doenças) e de melhoria das condições de vida (saneamento básico, atendimento em nutrição e saúde) para prevenir o surgimento de novos focos de infecção.

A Aids é, sem dúvida, a principal doença emergente do século 20. A infecção, em apenas 20 anos após a descrição inicial, disseminou-se por todo o mundo, tendo um importante impacto na mortalidade entre jovens

A possibilidade do surgimento de novas doenças – o que vem acontecendo com freqüência – não pode nem deve assustar ou aterrorizar as pessoas. É preciso ter em mente, antes, que o medo provém da ignorância e que é muito mais saudável procurar conhecer os mecanismos de atuação e transmissão dessas enfermidades, para definir que comportamento deve ser adotado em relação a elas e como evitar o contágio. ■



José Graziano da Silva

Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas

Ainda precisamos de reforma agrária no Brasil?

A modernização da agricultura brasileira expulsa do campo, há décadas, milhões de pessoas sem chance — por falta de qualificação profissional – de ingressar no mercado de trabalho urbano, agravando inúmeros problemas sociais. Como garantir casa, emprego e comida para esse excedente populacional? A resposta pode estar em um novo tipo de reforma agrária, que não precisaria ter um caráter estritamente agrícola.

A reforma agrária ainda é necessária no Brasil? Para quê? Para tentar responder a essas duas questões polêmicas, é preciso primeiro resgatar, mesmo que de forma rápida, a origem do debate sobre esse tema, para depois propor os elementos fundamentais para a solução da questão agrária no país.

Ao contrário do senso comum predominante hoje, a questão agrária brasileira, para os autores dos anos 60, considerados clássicos – Alberto Passos Guimarães, Caio Prado Jr. e Celso Furtado –, não era um problema de acesso à terra e muito menos de sua distribuição. Na verdade, apenas Guimarães colocava como problema central (em seu livro *Quatro séculos de latifúndio*, de 1963) a concentração da terra, considerada a fonte do poder político dos seus proprietários, tidos como feudais.

Fiel à ideologia da Internacional Comunista da época, Guimarães via a concentração das terras – e a distribuição da renda daí resultante – como o empecilho maior para um desenvolvimento capitalista mais democrático, pois isso impediria a criação de um amplo mercado interno de massas para a indústria nascente no país. Era para quebrar essa associação perversa entre a concentração das terras em poucas mãos e o poder político de seus proprietários que ele propunha uma ampla reforma agrária redistributivista.

O principal crítico dessa tese foi Caio Prado Jr., que (em *A revolução brasileira*, de 1966) desmontou a argumentação do 'caráter feudal' do latifúndio brasileiro, mostrando que as relações de produção predominantes em nossa agropecuária sempre haviam sido capitalistas, desde o período colonial. Prado Jr. argumentava que, para democratizar as relações de produção no campo, era fundamental que o Estado atuasse em socorro dos trabalhadores rurais, até então inteiramente desorganizados, através de uma legislação que garantisse os mesmos direitos já conquistados pelos assalariados urbanos.

Mas o debate dos anos 60 incluía outra vertente, que ficou 'esquecida' pelos nossos formuladores de políticas para o campo: é a visão de Ignácio Rangel, exposta no livro *A questão agrária brasileira*, lançado em 1962 e recentemente republicado pela Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para Rangel, o problema agrário brasileiro era

outro: o excedente populacional decorrente da rapidez da modernização da nossa agricultura. Em sua opinião, o crescimento da produtividade no interior dos 'complexos rurais' liberava força de trabalho muito rapidamente, gerando uma capacidade ociosa nos campos, de terras não mais necessárias à produção, e nas cidades, de mão-de-obra que não encontrava ocupação nos novos setores criados pela industrialização substitutiva de importações – exceto, em parte, na construção civil.

A proposta óbvia que surgia desse raciocínio era juntar os dois recursos ociosos: terra e mão-de-obra. De acordo com Rangel, o que impedia isso era o 'alto preço da terra', pois em um país sem mercado financeiro, a terra (rural e urbana) se transformara na forma tradicional de poupança das classes dominantes. Além da excelente reserva de valor que a terra representava, a expectativa de sua futura valorização funcionava como um dos mecanismos de realimentação da inflação crônica que se instalou no país após a Segunda Guerra.

Acredito que o momento que vivemos neste início de século confere muita atualidade às propostas de Rangel. Em primeiro lugar, porque o projeto de modernização do país imposto pela coalizão de forças vitoriosas em 1994 vem até agora combinando uma política externa de irrestrita abertura econômica com políticas internas recessivas, capitaneadas por juros altos e restrição ao crédito. Para a agricultura, o resultado dessa conjugação não poderia ser pior: preços agrícolas em queda, endividamento crescente de praticamente todos os segmentos produtivos relevantes do setor agropecuário e uma depreciação patrimonial resultante da queda acentuada dos preços da terra e de outras formas de reserva de valor, como o gado e outros estoques de *commodities* tradicionais. Permanecendo esse cenário, parece inevitável o agravamento da crise agrária – no sentido usado por Ignacio Rangel – nos próximos anos, envolvendo especialmente áreas periféricas das regiões Sul, Norte e Nordeste.

No entanto, além dessas razões 'conjunturais', que decorrem da forma como o país está buscando sua inserção na nova divisão internacional que se esboça, outro conjunto de fatores recoloca a reforma agrária no rol das opções de políticas públicas neste final-início de século: é preciso criar novas formas de ocupação para uma parcela significativa da população brasileira. São brasileiros sem qualquer qualificação profissional que os habilite a procurar outra forma de inserção produtiva no novo mundo do trabalho que se delineia no país.

A equação fordista – 'mais investimentos = maior produção = mais empregos' – já é coisa do passado mesmo para o Brasil, país com 160 milhões de pessoas, onde a renda de um terço ou mais da população urbana é considerada insuficiente para permitir uma vida digna e onde 25% da população ainda vivem no meio rural. E é preciso acrescentar que o impacto, sobre a agricultura, das novas tecnologias baseadas na microeletrônica e na informática deverá ser ainda mais excludente que a 'revolução verde' dos anos 60, já que também atingirá, com igual intensidade, os produtos tropicais, como cana-de-açúcar, café, cacau, banana e outros, tradicionais geradores de emprego agrícola.

A reforma agrária, neste início do século 21, não precisa mais exibir um caráter estritamente agrícola, pois os problemas fundamentais da produção e dos preços podem ser resolvidos pelos complexos agroindustriais já existentes no país. O problema da fome, que afeta milhões de brasileiros, não se deve à insuficiência da produção agrícola, mas à falta de dinheiro para comprar comida. A reforma agrária é necessária hoje para ajudar a equacionar a questão do excedente populacional do país, até que seja completada a 'transição demográfica' recém-iniciada.

Uma reforma agrária que permitisse combinar atividades agrícolas e não-agrícolas teria ainda a grande vantagem de precisar de menos terra, o que poderia baratear de modo significativo o custo por família assentada. Esse custo é uma forte limitação para a massividade requerida pelo processo distributivo, especialmente nos estados do Sul e do Sudes-

Uma reforma agrária que permita combinar atividades agrícolas e não-agrícolas tem a vantagem de precisar de menos terra

ILUSTRAÇÕES WALTER VASCONCELOS

te. Por que não um assentamento que, além de arroz e feijão, produzisse também casas populares? Ou um 'pesque-pague' que desse uma opção de lazer barato às nossas classes médias baixas, confinadas nas grandes metrópoles? Ou guardas ecológicos que protegessem o entorno de parques e reservas florestais e servissem de guias turísticos? Ou caseiros de 'chácaras de recreio', com acesso gratuito às terras garantido por regime de comodato?

No fundo, trata-se de encontrar novas formas de ocupação para essa população de ex-parceiros, ex-meeiros, ex-bóias-frias, ex-pequenos produtores rurais, marginalizados pela modernização conservadora das décadas passadas. Trata-se de buscar, nas franjas do crescimento da 'prestação de serviços pessoais' típica do mundo atual, um conjunto de novas ocupações artesanais que não exijam níveis de qualificação além daqueles que possam ser adquiridos em um treinamento rápido, para atender a esses milhões de 'sem-sem': os que não têm nem o acesso à terra, nem o privilégio de estar organizados no Movimento dos Sem-Terra.

Mesmo os críticos mais costumazes reconhecem esse mérito na reforma agrária: o de ser um modo eficiente de combater a pobreza. A Confederação Nacional da Agricultura (CNA), órgão maior de representação do patronato rural no país, mandou fazer em 1995 uma pesquisa sobre os assentamentos realizados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), tentando demonstrar o fracasso da reforma agrária no país. Os resultados mostraram que duas, em cada três famílias rurais brasileiras, têm uma renda média muito próxima dos ex-'sem-terra' agora assentados. É bom lembrar que essa pesquisa não considerou os benefícios não-monetários recebidos pelos assentados, como o fato de ganharem uma casa para morar (deixando, portanto, de pagar aluguel) ou a produção usada no autoconsumo, que não gera renda mas evita despesas.

Está longe dos objetivos deste trabalho defender esse arremedo de reforma agrária que vem sendo feito no Brasil. O fato de os assentamentos refletirem o mesmo quadro de miséria e abandono dos pequenos e médios produtores rurais decorre fundamentalmente da falta de uma política agrícola nacional e da própria política de assentamentos posta em prática no país. É, como já dissemos, uma 'reforma agrária de pipoqueiro': os governos, inclusive o atual, limitam-se a correr atrás dos conflitos que estouram aqui e acolá. Desde 1987 não existe um Plano Nacional de Reforma Agrária, como exige o Estatuto da Terra. Os assentamentos não passam de intervenções pontuais, verdadeiras ilhas cercadas de problemas por todos os lados: bancos cobrando juros de agiotas, comerciantes agindo como atravessadores e latifundiários armados, prontos para impor sua vontade à força sempre que puderem.

A pergunta que deve ser feita é: que outra política pública poderia ter propiciado casa, comida e trabalho para as mais de 400 mil famílias, muitas semi-analfabetas, já assentadas em todo o país? Elas seriam absorvidas pelas novas fábricas que estão se implantando no país? Essas pessoas poderiam ser camelôs? E que custo teria deixar que continuassem migrando para São Paulo, Belo Horizonte ou Rio de Janeiro?

A inserção produtiva de migrantes rurais semi-analfabetos é hoje quase impossível: há cada vez menos oportunidades de trabalho, com requisitos cada vez mais amplos, que não atendem sequer às necessidades da população já enraizada nos grandes centros urbanos. Os 'sem-terra' sabem disso. E sabem também que, se não conseguirem um pedaço de terra, verão seus filhos se tornarem trombadinhas, mendigos e prostitutas.

De acordo com a Secretaria de Segurança do estado de São Paulo, um preso na Penitenciária do Carandiru custa aos cofres públicos de três a cinco salários-mínimos por mês. Um menor recolhido à Fundação Estadual de Bem Estar do Menor (Febem) chega a custar quase o dobro. Já uma família de assentados custa pouco mais de um salário-mínimo por mês, e esse valor é uma espécie de 'adiantamento' feito pelo governo, porque a maior parte dos recursos aplicados volta para a sociedade na forma não só de produtos agrícolas, mas de pessoas que viram cidadãos brasileiros de fato. Se não existissem outras razões, bastaria essa: a pior das reformas agrárias, que ao menos garante casa, comida e trabalho por uma geração, custa por família menos da metade do que é gasto para manter alguém na cadeia. ■

A pior das reformas agrárias custa por família menos da metade do que é gasto para manter alguém na cadeia

Coleção inédita de grande valor histórico

Imagens de vilas e cidades do Brasil colonial

Nestor Goulart Reis

São Paulo, Edusp/Imprensa Oficial do Estado/Fapesp, 414 pp., R$ 80

Importante e oportuna a edição deste livro que assinala os 500 anos do Brasil. Mais do que um balanço do saber erudito em determinado campo do conhecimento, como tem ocorrido com edições promovidas por diferentes editoras e setores da administração pública nas áreas científicas, culturais e universitárias, ele exibe uma coleção, em parte inédita, de imagens, plantas e esboços urbanísticos de inegável valor histórico e artístico para uma abordagem específica dos primeiros séculos de nosso país e, por extensão, de sua sociedade.

Trata-se de uma edição primorosa, fruto de pesquisa original de fontes, que se expressa tanto na organização do texto e das imagens quanto na publicação de documentos raros de caráter iconográfico. A busca foi longa e persistente, no Brasil e, sobretudo, na Europa. O resultado está neste livro, que será, doravante, referência obrigatória para os estudantes e estudiosos da colônia, arquitetos, urbanistas, historiadores da economia e da sociedade que se elaborava no nascedouro.

O leitor, no entanto, não encontrará um longo texto discursivo, recortado por notas de erudição. A exposição é curta, concisa, limitando-se a vir em apoio ao que se imprime como documento e saber acumulado: plantas das cidades, estampas diversas, projetos de fortes e monumentos. Lamentamos, apenas, a ausência de dados sobre o autor, para melhor esclarecimento dos leitores que deverão ser numerosos e não, necessariamente, professores de arquitetura ou historiadores sediados nas grandes universidades do país. Alguns poderão indagar se é ele o mesmo autor de um livro que fez escola nos anos 70 ao defender, com certo pioneirismo, a necessidade de uma história da cidade e do urbano no Brasil (*Evolução urbana no Brasil: 1500-1720*. São Paulo, Pioneira, 1968). De qualquer modo, será este o livro que servirá de ponto de partida a quem possa demonstrar interesse pela história da arquitetura, da cultura, da arte, do mundo urbano e rural no Brasil.

Por se tratar de uma edição da Universidade de São Paulo, esperamos que ela possa vir a ser acessível a professores, alunos e estudiosos do tema, embora o seu formato não enseje um manuseio fácil e confortável, em uma leitura que acompanhe o trabalho inicial de pesquisa e levantamento dos dados de erudição (papel miolo Couché Matte, capa dura, formato 31 x 29 cm, 414 páginas). Daí sugerir que as bibliotecas, e os núcleos de pesquisa, disponham de alguns volumes e os coloquem à disposição de pesquisadores.

Em retrospectiva, o movimento historiográfico brasileiro parece ter se nutrido no gosto pela discussão de temas e modelos de interpretação como, por exemplo, a partir dos anos 30, alimentados que foram pelas 'obras-mestras' orientadoras do debate nacional no qual se refletiu a preocupação com a mudança de rumos do país – a industrialização e a democratização. Eram os reflexos das crises mundiais que se alastraram a partir de 1929: a grande depres-

Desenho por idéia da cidade de São Paulo. Original na Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro. 1765-1775

são e a falência do capitalismo liberal, a Segunda Guerra Mundial, a Guerra Fria e suas implicações ideológicas, o surgimento de interpretações magnas do Brasil, tendo como expoentes Gilberto Freyre, Sérgio Buarque de Hollanda, Caio Prado Júnior, Victor Nunes Leal, Josué de Castro, além da nova geração que despontava em São Paulo (USP), em Minas, no Rio de Janeiro.

Foi esse o momento que parece ter marcado o debate político sobre o que éramos como nação, como povo, como projeto de futuro. Poderíamos quase dizer que se montaram arenas, simbolicamente, para a disputa entre correntes marxistas, mais à esquerda, mais à direita, em nome da democracia e da liberdade do povo brasileiro. O passado constituía uma referência obrigatória e, por vezes, até a discussão da cidade colonial (reprodução ou não do 'modelo colonial metropolitano', de Goulart Reis Filho) fornecia subsídios a um ou outro lado do debate sobre as origens dessa mesma sociedade. O clima despolitizado que se seguiu, determinado em parte pelo fim da Guerra Fria e da ditadura militar brasileira, a queda do muro de Berlim, o surgimento de novos conflitos localizados, foram fatos que se refletiram na maneira de ler e interpretar o mundo, e o Brasil dentro do mundo. Novas preocupações políticas e ideológicas refletiram-se sobre as concepções 'do fazer a história'. Novos temas e preocupações passaram a orientar historiadores e cientistas sociais.

Destacamos aqui, entre outras, uma tendência que se aprofundava em alguns cursos de pós-graduação – a história agrária que visava melhor compreender e explicitar as chamadas 'realidades' regionais, em busca de uma diversidade de explicações sobre um universo que não vivia apenas da monocultura, dos ciclos exportadores, das relações colônia-metrópole. Nesse momento, parecia flagrante a necessidade de se construir um conhecimento minucioso e o mais preciso possível do urbano que emergia e se diversificava. Afinal de contas, a diversidade do meio rural brasileiro começava a se desvendar através de múltiplas abordagens e pesquisas documentais, de caráter serial, em nível regional e local (seguindo a orientação da pesquisa francesa da chamada corrente dos *Annales*). Víamos, aos poucos, com o avanço da pesquisa, que o rural deveria ser analisado em conjunto com o urbano, para melhor se aquilatar a riqueza das diferenças entre variados modos de viver, produzir, comerciar, gerar riquezas e também empobrecimentos. Da mesma forma, pensávamos em como demarcar o agro e o urbano.

Planta da restituição da Bahia. Original de João Teixeira Albernaz I, mapoteca do Itamarati (Ministério das Relações Exteriores), Rio de Janeiro, cerca de 1625

Acreditamos que este livro de Nestor Goulart Reis venha estimular a pesquisa do urbano e suas diferentes facetas regionais, no adensamento demográfico, na comercialização de alimentos, no enriquecimento da vida cultural ao longo dos primeiros séculos de vida colonial. Também mal conhecemos a cidade do século 19, implantada nas áreas de expansão do café, gerando modelos de redes urbanas bem distintos dos do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo. Assim mesmo, um universo parecia separá-los, ao distingui-los da rede urbana por acaso existente na região amazônica, no mesmo período e no mesmo país.

Realmente, a riqueza da pesquisa desenvolvida pelo autor conduz-nos a refletir sobre as dificuldades do povoamento nos primeiros séculos, as questões de defesa, transportes e abastecimento dos núcleos implantados, o isolamento mais freqüente do que a vida em comum, rara e pouco estimulante, a atração que deveria representar a cidade, e sobretudo a cidade-porto, aberta sobre o oceano.

Maria Yedda L. Linhares
Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (professora emérita), Universidade Federal do Rio de Janeiro

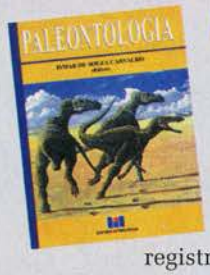
Configuração que mostra a entrada do Rio de Janeiro... De Carlos Julião, Gabinete de Estudos Arqueológicos da Engenharia Militar, Lisboa, cerca de 1779

Transformando os deuses - Os múltiplos sentidos da conversão entre os povos indígenas no Brasil

Robin M. Wright (org.)

São Paulo, ed. da Unicamp, 547 pp., R$ 28,50

Este livro investiga as diversas relações estabelecidas entre as religiões indígenas e as organizações missionárias cristãs (protestantes e católicas) no Brasil. Artigos de especialistas em várias áreas da cultura indígena tratam de aspectos centrais dessas relações, históricas e atuais, por meio de estudos de casos ocorridos em regiões da Amazônia. A obra aborda de forma inovadora as conseqüências e os impactos das práticas missionárias nas culturas indígenas e de outros fenômenos e situações, bem como os movimentos de conversão em massa dos povos indígenas e as tradições cristãs elaboradas por eles sem a influência missionária. Os autores concentram-se na análise do discurso missionário; na interpretação de mitos e instituições religiosas indígenas e nas formas assumidas pela prática missionária.



Paleontologia

Ismar de Souza Carvalho (editor)

Rio de Janeiro, Interciência, 628 pp., R$ 50

O mundo orgânico existente na Terra passou por várias mudanças no decorrer do tempo geológico, mas ficou parcialmente preservado por meio dos fósseis. Os registros fósseis, que são o objeto de estudo da paleontologia, podem nos informar sobre a diversidade de espécies animais e vegetais do nosso planeta e as transformações ambientais sofridas por ele. Com base nesses dados, o livro apresenta e analisa os grupos de microfósseis, vegetais fósseis, paleoinvertebrados e paleovertebrados, tratando de seus aspectos morfológicos, de classificação e aplicação bioestratigráfica, com ênfase nas bacias sedimentares brasileiras. Além da história da paleontologia, são introduzidos ao leitor os principais conceitos dessa ciência, assim como os processos de preservação dos organismos, a utilização dos fósseis na estratigrafia, as teorias evolutivas e a paleoecologia. Tabelas e desenhos explicativos facilitam a compreensão. Resultado do trabalho de 37 especialistas, *Paleontologia* integra informações essenciais sobre o passado paleobiológico do nosso planeta, contando uma história que teve início há 3,8 bilhões de anos.

A educação na era da internet – Professores e aprendizes na *web*

Carlos Lucena e Hugo Fuks

Rio de Janeiro, Clube do Futuro, 156 pp., R$ 25

O uso da internet e de programas de computador pode modificar o ensino convencional, tornando os alunos mais ativos e independentes e transformando os professores em 'facilitadores' da aprendizagem e 'provocadores' de participação. Nesta obra, os autores mostram como a mídia digital pode ser suporte para a atividade educacional, constituindo um novo modo de ensino centrado no aluno. Além de apresentar os termos técnicos de forma clara, o livro traz orientações para implementar o ensino baseado na rede (*web*), técnicas para desenvolver o pensamento criativo e crítico dos alunos a partir da utilização da mídia digital e reflexões sobre o papel do aluno e do professor nessa nova maneira de educar.

Dramática da língua portuguesa - Tradição gramatical, mídia e exclusão social

Marcos Bagno

São Paulo, Loyola, 328 pp., R$ 25

Engajado e militante, Marcos Bagno busca demonstrar e desautorizar o 'discurso competente' da língua culta, denunciando-o por se apoiar em bases falsas, em preconceitos e mitos que uma análise científica um pouco mais atenta não tem dificuldade em derrubar. Segundo ele, muito se debate sobre a exploração política e econômica, mas raramente se enxerga a perversidade da dominação lingüística em uma comunidade que se move pela fronteira da língua como mecanismo de identificação e poder. O autor demonstra a incompetência de todos que defendem uma língua estanque e se auto-intitulam defensores da língua portuguesa. Na verdade, diz ele, "defendem não a língua, e sim a ordem social contemporânea brasileira".

MICROBIOLOGIA Técnica permite maior precisão no estudo de elementos e processos celulares

Microscopia de fluorescência: novo jeito de olhar as células

O estudo de pequenos seres vivos ou de células e tecidos de animais e vegetais avançou muito com o desenvolvimento de diferentes técnicas de microscopia. Uma dessas técnicas, de grande importância na pesquisa biológica atual, usa substâncias fluorescentes para iluminar – e revelar aos pesquisadores, sem destruir o espécime estudado – detalhes de elementos e processos celulares antes ocultos. Chamada de microscopia de fluorescência, ela pode ajudar a desvendar muitos dos mistérios da biologia. Por **Soraya S. Smaili**, do *Departamento de Farmacologia* da *Escola Paulista de Medicina*, da *Universidade Federal de São Paulo*.

O microscópio óptico – conhecido desde o século 17, mas só utilizado para fins científicos, de modo sistemático, a partir do século 19 – revolucionou decisivamente a pesquisa em biologia, trazendo inúmeras revelações e fundamentando novas teorias e disciplinas. Já no final do século 19, o aperfeiçoamento desse instrumento garantiu a visualização de organismos minúsculos e mesmo células antes indistinguíveis a olho nu, por seu tamanho reduzido. Décadas mais tarde, o avanço da microscopia permitiu aumentar em mais de 2 mil vezes o diâmetro da amostra observada. Nesse ponto, quando esse instrumento parecia ter chegado a um limite, surgiram novas técnicas, em especial a microscopia digital, possibilitando aos pesquisadores o estudo detalhado de criaturas e coisas que a microscopia convencional não era capaz de definir.

Um passo relativamente recente e importante nessa trajetória foi a introdução da microscopia digital de alta resolução, associada ao emprego de compostos químicos denominados fluoróforos (indicadores de fluorescência), que levou a grandes avanços na pesquisa de organismos vivos. Essa combinação de princípios da óptica e da físico-química tornou finalmente possível 'olhar de perto' variados tipos de células vivas e medir fenômenos biológicos em tempo e espaço reais. Com a nova técnica, ampliou-se rapidamente, em áreas diferentes da biologia, como biofísica, bioquímica, biologia celular, microbiologia, morfologia, fisiologia, farmacologia e outras, o conhecimento de elementos e mecanismos fundamentais.

Como ocorre a fluorescência

O surgimento dessa nova técnica de microscopia e seu uso na biologia devem-se ao conhecimento dos princípios básicos de fluorescência. Esse fenômeno pode ser descrito, de maneira genérica, como um tipo de luminescência (emissão de luz) em que um corpo absorve luz e logo depois a emite, durante curto intervalo de tempo. Há vários tipos de luminescência, conforme a fonte de energia, como eletroluminescência, radioluminescência, quimioluminescência e fotoluminescência. A última é a forma de luminescência que ocorre quando a fonte da energia absorvida são os fótons (radiação luminosa, inclusive a ultravioleta).

Esse princípio é a base da microscopia de fluorescência, na qual compostos químicos denominados fluoróforos são usados para produzir fluorescência no material em estudo (células, por exemplo), ajudando a visualizar com maior nitidez estruturas ou processos em curso nesse material. Na biologia, os fluoróforos usados em microscopia são projetados para localizar uma área específica da amostra a ser observada ou para responder a um estímulo específico. Tais compostos permitem que os pesquisadores detectem componentes particulares do complexo biomolecular, inclusive de células vivas.

A fluorescência desses compostos resulta de um

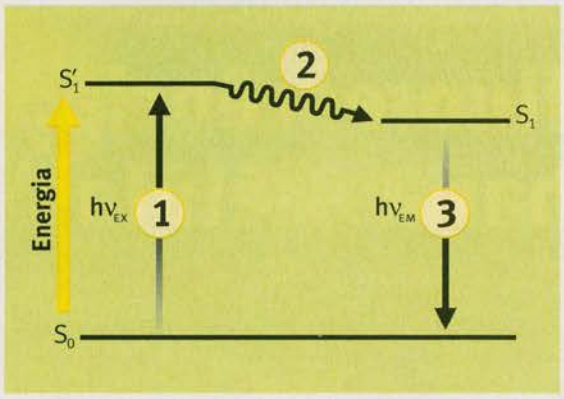


Figura 1. Processo de criação do estado de excitação, com a subseqüente emissão da fluorescência a ser medida (os estágios 1, 2 e 3 são explicados no texto)

processo que apresenta três estágios: excitação, tempo de vida do estado de excitação e emissão de luz (figura 1).

A excitação ocorre quando fótons de energia $h\nu_{ex}$, fornecidos por uma fonte de energia (uma lâmpada incandescente ou um feixe *laser*), são absorvidos por elétrons de átomos que compõem o fluoróforo. A absorção dos fótons faz com que os elétrons saltem para outro nível energético, atingindo assim um 'estado excitado' (S_1'). Tal processo distingue a fluorescência da quimioluminescência, onde a energia extra para o estado de excitação é fornecida por uma reação química.

O estado excitado tem um 'tempo de vida' finito (tipicamente entre um e 10 milionésimos de segundo). Nesse intervalo, o fluoróforo passa por uma mudança em sua conformação e pode interagir com uma série de moléculas presentes no mesmo meio. Com isso, a energia do estado excitado (S_1') é parcialmente dissipada, e o fluoróforo alcança o 'estado de emissão' (S_1), quando os elétrons emitem, em forma de luz (fluorescência), o excesso de energia que ainda contêm. Nem toda molécula excitada retorna ao estado de repouso (S_0) ao emitir a fluorescência. Outros processos (apagamento, transferência de energia e cruzamentos) também podem contribuir para 'esvaziar' S_1.

Na emissão, cada elétron (do fluoróforo) no estado S_1 emite um fóton de energia $h\nu_{em}$, retornando ao estado de repouso inicial (S_0). A energia desse fóton emitido é menor que a do fóton absorvido no início ($h\nu_{ex}$), por causa da energia dissipada durante o tempo de vida de excitação. Essa diferença, expressa nos comprimentos de onda diferentes da luz absorvida e da luz emitida, é fundamental para a sensibilidade das técnicas de fluorescência, pois permite 'separar' os dois feixes luminosos, isolando a fluorescência.

O processo de fluorescência é cíclico: a menos que um fluoróforo seja destruído durante a excitação, fenômeno conhecido como fotoapagamento (*photobleaching*), o mesmo composto pode ser repetidamente excitado e detectado. No caso de moléculas em solução, as energias $h\nu_{ex}$ e $h\nu_{em}$ formam espectros de excitação e de emissão, respectivamente. O espectro de excitação é em geral distinto do de emissão, em função da perda de energia durante o tempo de vida de excitação.

Também existem diferenças entre espectros de emissão de fluoróforos distintos, o que permite definir o fluoróforo a ser aplicado de acordo com o que se quer observar, em especial quando se utiliza mais de um, para medidas simultâneas.

Conhecer os espectros de emissão e o comportamento do fluoróforo é essencial para a escolha do equipamento apropriado e para seu uso com diferentes fins. Entre os equipamentos que usam a fluorescência estão o espectrofluorímetro (que analisa o espectro da emissão fluorescente), o citômetro de fluxo (que conta e mede células fluorescentes presentes em um fluxo), e o microscópio de fluorescência (que permite obter, usando esse fenômeno, imagens mais detalhadas do objeto em estudo). Todos utilizam fontes de excitação e filtros adequados para isolar os diferentes comprimentos de onda de excitação e emissão.

A utilização na microscopia

Combinando os princípios da fluorescência e da microscopia, pesquisadores de distintas áreas podem obter imagens em duas ou três dimensões. Podem ser usados para isso dois tipos de microscopia, a convencional e a confocal.

No primeiro caso, um microscópio convencional é acoplado a uma câmera digital ou analógica, que gera a imagem através de um dispositivo chamado CCD (*charge-coupled device*), permitindo que imagens de espécimes biológicos sejam visualizadas em um vídeo comum ou monitor de computador.

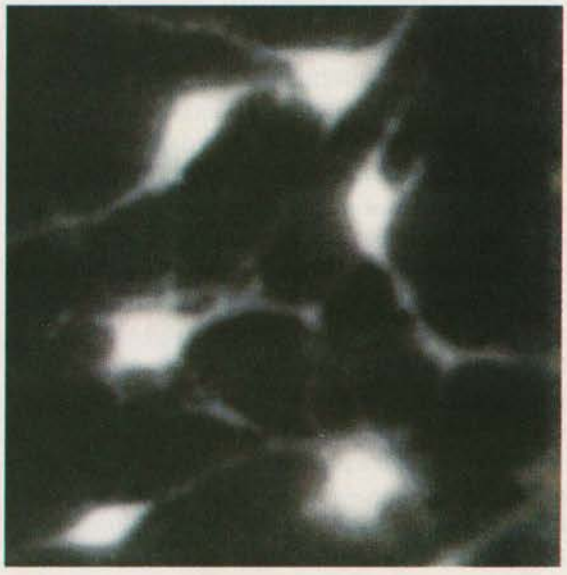


Figura 2. Células gliais (oligodendrócitos) do córtex cerebral de rato, com o fluoróforo *calcium green 1N*, que permanece no citoplasma da célula e, ao se ligar ao Ca^{2+} livre, tem a intensidade de fluorescência aumentada — imagem (com aumento de 100 vezes) obtida com microscópio invertido, acoplado a uma câmera resfriada CCD

Podem ser usadas, com objetivos diversos, várias câmeras existentes hoje no mercado, desde videocâmeras comuns, que têm resolução baixa mas grande velocidade (80 quadros por segundo, por exemplo) até câmeras resfriadas, bem mais lentas, mas capazes de fornecer imagens de alta resolução ou bem definidas.

A energia para a excitação, nesse caso, pode ser fornecida por uma lâmpada ultravioleta, e para separar os feixes luminosos de excitação e emissão são utilizados filtros específicos. A emissão é registrada em computadores acoplados ao sistema e equipados com programas adequados, que permitem não só compor as imagens, bidimensionais, mas também quantificar a fluorescência emitida. Esse sistema (com o uso de câmeras CCD) é o mais apropriado para experimentos nos quais se pretende observar e medir fenômenos por mais tempo, em especial com espécimes vivos. Desde que sejam controlados alguns parâmetros (intensidade da luz ultravioleta, concentração do fluoróforo e possíveis efeitos tóxicos deste), os espécimes podem ser observados por horas.

Um exemplo da importância da microscopia de fluorescência (com CCD) para a pesquisa biológica pode ser dado com imagens de células gliais do córtex cerebral de um rato (figura 2) obtidas com a aplicação do fluoróforo *calcium green*, que permanece no citoplasma dessas células. O aumento da fluorescência emitida por esse fluoróforo é proporcional à quantidade de cálcio (Ca^{2+}) livre existente nas células, já que ele se liga a esse íon. Assim, esse composto permite analisar as variações de Ca^{2+} que ocorrem no citoplasma das células gliais em função de estímulos específicos. Outro fluoróforo usado com finalidade semelhante é o Fura-2, que tem a vantagem de emitir fluorescência em dois comprimentos de onda, permitindo medidas mais precisas.

O segundo sistema, conhecido como microscopia confocal, usa uma fonte de luz *laser* para promover a excitação. Nesse caso, o microscópio, através de um conjunto de lentes seriadas, é capaz de focar um cone de luz *laser* em uma profundidade predeterminada do espécime a ser estudado. Mudando-se o ponto focado (mantida a profundidade), é possível iluminar (excitar) todo o plano em estudo, ponto por ponto.

Ao retornar, através do mesmo sistema de lentes, a luz emitida pelo fluoróforo é separada da usada na excitação por um divisor de luz (*beam splitter*). Em seguida, a luz emitida passa por um pequeno orifício (*pinhole*) capaz de separar apenas a luz proveniente do ponto focado, eliminando a emitida por pontos fora de foco. Com isso, só a luz dos pontos em foco é registrada, com a ajuda de tubos fotomultiplicadores e computadores acoplados, o que permite construir imagens bidimensionais extremamente precisas.

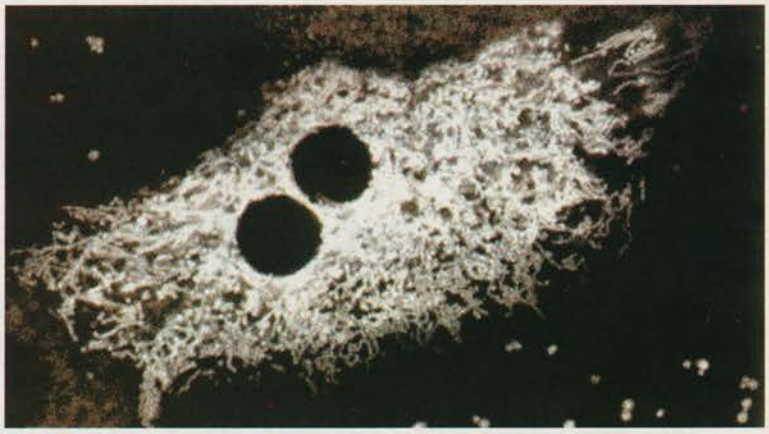


Figura 3. Célula de fígado de rato contendo o fluoróforo *mito tracker green*, que, por suas características, se acumula mais nas mitocôndrias (áreas claras) e permite visualizar a estrutura e a movimentação dessas organelas. Na imagem (com aumento de 100 vezes), obtida com microscópio confocal a *laser*, o seccionamento óptico da célula foi feito a partir de fatias de 0,15 micrometros (μm), e os círculos pretos são os núcleos das células

A obtenção de imagens sucessivas de diferentes planos do mesmo espécime, utilizando esse método, possibilita construir imagens tridimensionais e mesmo imagens tridimensionais em movimento. Esse seccionamento do espécime (óptico, e não físico) e a visualização tridimensional são as maiores vantagens dessa técnica em relação à microscopia de fluorescência com câmera CCD. Mas existem algumas desvantagens, como a fotodanificação e o fotoapagamento dos fluoróforos decorrentes da aplicação de luz *laser*. Por isso, o microscópio confocal costuma ser usado para o registro de fenômenos mais rápidos, no caso de espécimes vivos, ou para estudar detalhes internos das células (a chamada ultra-estrutura) em espécimes vivos ou fixados (conservados por métodos químicos), como quando se aplica um fluoróforo (*mito tracker*) que marca apenas as mitocôndrias em uma célula do fígado de um rato (figura3).

Hoje, uma gama muito grande de indicadores de fluorescência é comercializada, o que permite investigar estruturas específicas da célula ou até eventos específicos de células ou tecidos com essas técnicas. O maior avanço nessa área talvez tenha sido o desenvolvimento de ferramentas que permitem observar a ultra-estrutura, além de quantificar fenômenos em tempo e espaço real em espécimes vivos. Tais benefícios, porém, dependem da combinação adequada de indicadores e instrumentos.

A descoberta de novos compostos e os avanços instrumentais nessa área têm sido constantes e rápidos na última década, trazendo possibilidades excitantes e inovadoras, que mudam também a maneira de olharmos para as células. Ao fazer isso, percebemos que as células, assim como os indivíduos de uma população, podem ter comportamentos gerais e outros mais específicos. Observar espécimes vivos tornou-se algo diferente e mais acurado, e a grande quantidade de informações geradas poderá nos ajudar a entender melhor os mistérios da biologia e dos seres vivos. ■

MEIO AMBIENTE Ensino de Paragominas enfatiza manejo sustentado de recursos naturais

Educação ambiental em escolas de um pólo madeireiro da Amazônia

Práticas alternativas de uso manejado dos recursos naturais podem ser decisivas para o desenvolvimento de algumas regiões da Amazônia. Os índices de produtividade de empresas podem ampliar-se, minimizando os impactos sobre a biodiversidade e garantindo emprego e melhores condições de vida à população. No entanto, a adoção dessas medidas depende essencialmente da mudança de mentalidade não só de empresários, mas de toda a sociedade, para o que são fundamentais os projetos de educação ambiental. Se elaborados e executados em parceria com escolas ou grupos locais organizados, podem estimular a discussão sobre o impacto das atividades econômicas, mudar a paisagem urbana e contribuir para a conservação dos recursos naturais. Por **Claudia Azevedo-Ramos** e **Hildegard M. Krause**, do *Centro de Filosofia e Ciências Humanas* da *Universidade Federal do Pará*.

Parada cívica no 7 de Setembro repudia destruição da natureza

FOTOS PROJETO SOMA

Em 1998, iniciamos um projeto de educação ambiental nas escolas de ensino médio e fundamental do município de Paragominas, no Pará, um dos maiores pólos madeireiros da Amazônia oriental. Voltado para a realidade local, o projeto visa capacitar professores em temas ambientais, com o objetivo maior de levar informação científica de modo rápido e 'digerível' para toda a sociedade. Pretendemos gerar um processo que fomente reflexões, fazendo com que os indivíduos tenham atitudes responsáveis no que diz respeito à conservação dos recursos naturais. Registramos aqui nossa experiência, na expectativa de estimular iniciativas do gênero em outras regiões do país.

Todas as etapas do projeto – cuja duração prevista é de três anos – foram monitoradas com base em observações diretas e a partir da análise de questionários, buscando sempre um indicador objetivo, capaz de apontar erros e acertos. Apresentamos a seguir as diferentes fases do projeto e seus principais resultados.

A realidade local

Para planejar as estratégias de ação, foi necessário, antes, caracterizar o município, para o que nos servimos de dados do censo de 1995 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Procuramos também identificar possíveis grupos que já desenvolvessem projetos de educação ambiental ou atuassem com objetivos afins.

Paragominas tinha cerca de 70 mil habitantes em 1995, e suas atividades econômicas centravam-se na pecuária extensiva, agricultura e exploração madeireira, tendo esta última reduzido índice de beneficiamento. A madeira em tora para processamento lidera o setor extrativista, seja em volume (m^3) retirado da floresta ou em valor (R$) apurado. A madeira serrada é o tipo de processamento predominante, e seus subprodutos – o carvão e o pó de serra – têm forte impacto sobre o meio ambiente, as relações de trabalho e a saúde do trabalhador (figura 1). Tais informações levaram-nos a basear os cursos de capacitação nas atividades extrativistas do município.

Enfatizamos o programa nas escolas municipais de ensino fundamental, que são a maioria dos estabelecimentos de ensino de Paragominas. A Secretaria de Educação da Prefeitura, vale lembrar, apoiou-nos em várias iniciativas do programa. Não identificamos na cidade nenhum grupo que realizasse programas de educação ambiental, formal ou informalmente.

O interesse da população pelo meio ambiente

Com o objetivo de definir o perfil dos moradores de Paragominas e conhecer sua opinião sobre os problemas ambientais locais e sobre o ambiente florestal que os cerca, entrevistamos, por meio de um questionário, 225 pessoas de todas as classes sociais e bairros da cidade. As respostas obtidas permitiu-nos montar um curso de capacitação de professores voltado para os interesses da comunidade e para as suas deficiências de informação.

A maioria dos entrevistados (96,4%) acredita que a natureza deve ser protegida e que eles (54,7%) podem ajudar a resolver os problemas ambientais. De modo geral, no entanto, a população mostrou-se passiva em relação aos cuidados com o meio ambiente, considerando que o governo é o principal responsável por sua conservação (figura 2). Parte significativa dos entrevistados acha problemático o desmatamento em Paragominas, apontando como conseqüências graves dessa prática a redução das plantas medicinais, da madeira e do ar puro.

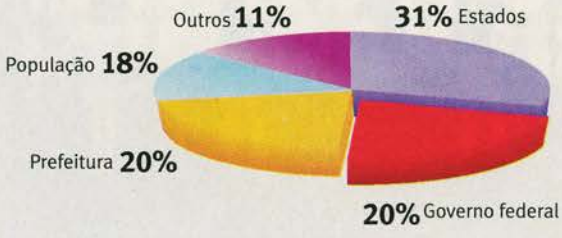


Figura 2. Responsabilidade pelos cuidados com a floresta na opinião dos moradores de Paragominas. O poder público fica sobrecarregado

Figura 1. Sobras de madeira das serrarias de Paragominas alimentam os fornos que produzem carvão vegetal. No período seco, a população convive com grande quantidade de fumaça na atmosfera

Figura 3. Atividades desenvolvidas durante o curso de educação ambiental para professores em Paragominas: A) seleção de material da floresta; B) dinâmica de grupo com professores

Escolas, professores e alunos

A proposta do projeto foi apresentada e discutida com representantes de 27 escolas do município (estaduais, municipais e particulares), 10 das quais foram escolhidas para receber o curso de capacitação. A partir da aplicação de questionários, foi possível esboçar um perfil dos professores, bem como avaliar sua motivação e seu conhecimento acerca de ecologia e educação ambiental.

Os resultados revelaram, por exemplo, que 54% dos professores têm apenas segundo grau, 46% começaram a ensinar antes de concluir sua formação e 84% lecionam em mais de uma escola. Um pequeno número exerce alguma outra atividade além do magistério. A maioria desses professores (90%) gosta de dar aulas e quer continuar na profissão. Embora boa parte deles (47%) revele dificuldades para lecionar, muitos (69%) acreditam poder influir na vida de seus alunos através das aulas.

A freqüência a cursos anuais de reciclagem pedagógica é grande (42%). Apesar disso, 87% dos entrevistados nunca haviam feito alguma atualização em educação ambiental. Indagados sobre a maneira de tratar o tema com os alunos, a maioria disse que o aborda principalmente por meio de conversas em sala de aula. Cerca de 90% dos professores nunca participaram de programas de educação ambiental, e a quase totalidade deles gostaria de se envolver num programa dessa natureza. O fato de reconhecer suas limitações mas estar interessados em educação ambiental foi definitivo para a implantação do projeto.

O projeto de educação ambiental

O diagnóstico que fizemos mostrou que a população poderia beneficiar-se de um curso de capacitação de professores com ênfase em ecologia e manejo de florestas, adaptado para a realidade do município. A receptividade dos professores indicou ser esse um grupo potencialmente aberto para o trabalho na área de educação ambiental. Montamos assim o programa de capacitação, incluindo aulas teóricas e práticas, de sensibilização, usando recursos da psicologia, e acompanhamento posterior dos professores, para testar a efetividade da metodologia. Após o treinamento, testaríamos que temas os professores repassariam aos alunos. Desde o início, era preocupação nossa ter a Secretaria Municipal de Educação como parceira durante o processo.

Ecologia e manejo de florestas

Em julho de 1998 foi realizado o primeiro curso, para 50 professores, com duração de seis dias e carga horária de 48 horas. Os temas foram abordados em quatro módulos e, durante seis meses, a equipe de educação ambiental monitorou o trabalho dos professores, visando ampliar seus conhecimentos acerca dos assuntos tratados e adequá-los às séries em que atuavam (ver 'Linhas gerais do curso de capacitação de professores em Paragominas').

Durante o curso, que teve a participação de pesquisadores e estudantes da Universidade Federal do Pará e do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, os professores discutiram as implicações históricas do emprego dos recursos naturais no município, as relações entre animais e plantas na floresta, as funções dos sistemas ecológicos e o uso racional dos recursos para evitar seu esgotamento (figura 3). Foi possível, assim, trazer para a população local os conhecimentos da pesquisa feita na Amazônia na área de biologia da conservação.

Ao final dos trabalhos, os professores puderam avaliar as atividades desenvolvidas, atribuindo notas a vários itens. Com base nessa avaliação, verificamos que o curso alcançou enorme sucesso. A meta é atingir de imediato cerca de 100 professores e quatro mil alunos.

Linhas gerais do curso de capacitação de professores em Paragominas

Módulos	Procedimentos metodológicos	Objetivos
Sensibilização	Técnicas psicológicas, de dinâmicas de grupo e atividades lúdicas	Desenvolver o interesse por temas ambientais e produzir reflexões sobre: o papel do educador e sua atuação como cidadão; a importância da interdisciplinaridade e do ambiente natural em todo o ciclo de vida
Aulas sobre ecologia e manejo de florestas	Aulas teóricas sobre: • ecologia, ecossistema florestal e seus recursos naturais; • impactos da exploração madeireira sobre fauna e flora; fragmentação florestal; importância dos corredores de fauna; • manejo dos recursos florestais com técnicas de extração madeireira de baixo impacto; • fogo acidental na Amazônia; • ecologia urbana; formação histórica do município e sua importância no contexto regional, nacional e internacional.	Dar informações básicas e atualizadas sobre diferentes tópicos em ecologia e manejo de florestas
Oficina de reciclagem de papel	Técnicas de reciclagem de papel	Experimentar as vantagens da reutilização de recursos
Elaboração de metodologias próprias	Incentivo à criação de textos sobre educação ambiental e à elaboração de indicações bibliográficas necessárias a estudos e pesquisas	Estimular a produção de conhecimento pelos professores

Antes do início do curso, 54% dos professores achavam que educação ambiental devia constituir uma disciplina à parte. Após as aulas, no entanto, 70% acreditavam que os conteúdos deveriam estar disseminados por todas as disciplinas. Muitos dos temas discutidos foram incluídos pelos professores nas matérias que lecionam, e os problemas ambientais de Paragominas logo ganharam destaque, com espaços ocasionalmente abertos para além das escolas (figura 4).

Figura 4. Efeitos da educação ambiental em Paragominas: desenhos infantis mostram impacto da exploração madeireira

Metas para o futuro

Para que a educação ambiental formal seja, de fato, um elemento capaz de transformar opiniões e forjar uma nova mentalidade, é preciso que os professores tenham um treinamento específico, que enfatize as características locais. A transversalidade de um tema como educação ambiental, que requer interação com diferentes disciplinas, demanda a criação de uma escola com estrutura nova, baseada na participação cada vez mais integrada dos professores.

Figura 5. Cartilha de apoio ao professor elaborada pelo programa de educação ambiental

A consciência de que um bom material didático é essencial para o planejamento adequado das aulas levou nossa equipe a elaborar a cartilha *Conhecendo a Amazônia* (figura 5). Em etapas a serem desenvolvidas posteriormente pretendemos verificar a eficiência dessa cartilha na sala de aula, monitorar o repasse de informações dos professores aos alunos e verificar a receptividade destes em relação aos temas selecionados. Ao final do processo, esperamos, com o apoio da Secretaria Municipal de Educação, ver a educação ambiental implantada na rede de ensino do município. ■

ECOLOGIA Construção de barragens altera a estrutura da comunidade de peixes

Peixes em represas: o caso de Itupararanga

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

A estrutura da comunidade de peixes de um rio é alterada pela construção de uma barragem, já que no reservatório formado as condições do ambiente são muito diferentes das encontradas em águas correntes. Estudos no reservatório de Itupararanga, em São Paulo, revelam as características dessa comunidade, apontam aspectos da distribuição e da abundância das espécies e indicam a necessidade de novas pesquisas a respeito do assunto. Por **Welber Senteio Smith**, doutorando do *Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada* da *Universidade de São Paulo* (Rio Claro), e **Miguel Petrere Jr.**, do *Departamento de Ecologia* da *Universidade Estadual Paulista* (Rio Claro).

As características hidrológicas e ecológicas de qualquer rio são muito afetadas pela construção de grandes barragens, para a instalação de usinas geradoras de eletricidade e/ou para o abastecimento d'água de cidades próximas. Com as barragens, surgem os reservatórios. Tais ecossistemas artificiais modificam diferentes aspectos de uma bacia hidrográfica, alterando desde parâmetros físico-químicos da água até a estrutura da comunidade de peixes. Em muitos casos, a barragem constitui uma barreira intransponível para os peixes, isolando áreas que certas espécies freqüentavam para a reprodução ou em busca de alimento. As espécies mais afetadas são aquelas que realizam a piracema, ou seja, que migram até perto das nascentes dos rios para desovar.

A água represada forma um novo ecossistema, do tipo lêntico (de águas paradas ou com pouco movimento), o que provoca um impacto a mais sobre a comunidade de peixes retida no trecho do rio acima da barragem. Peixes que vivem em águas correntes têm sua abundância reduzida, enquanto aumenta a presença de espécies que melhor se adaptam a ambientes lênticos (ver 'E os peixes de Minas Gerais em 2010?', em *CH* nº 91), como sagüiru (*Cyphocharax modestus*) nos reservatórios do rio Tietê, em São Paulo, e mapará (*Auchenipterus nuchalis* ou *Hypophtalmus edentatus*) no reservatório de Iguaçu, no Paraná, segundo estudos já publicados. Isso ocorre porque nem todas as espécies podem se adaptar, levando a uma redução na diversidade de peixes.

Estudos da comunidade de peixes em reservatórios são, portanto, importantes para avaliar os impactos desses empreendimentos e propor medidas que os reduzam. No caso do reservatório de Itupa-

raranga, situado no rio Sorocaba, no estado de São Paulo, esse tipo de estudo ainda não tinha sido realizado, embora esse reservatório integre uma bacia hidrográfica importante, já que o Sorocaba é o principal afluente da margem esquerda do rio Tietê. A descrição da composição e distribuição espacial da comunidade de peixes do reservatório de Itupararanga é justamente o objetivo deste trabalho.

A represa de Itupararanga, que originou o reservatório, foi construída em 1912 nas cabeceiras do rio Sorocaba (figura 1). Com queda bruta de 206 m, a barragem situa-se hoje no município de Votorantim. Com área de drenagem de 851 km² e vazão máxima de 39,12 m³/s, o reservatório recebe água dos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, que antes se uniam para formar o rio Sorocaba, e banha os municípios de Ibiúna, Mairinque, Alumínio, Piedade e Votorantim. O volume útil do reservatório é de 286 milhões de m³, com potência instalada de 55 megawatts (MW) e produção média anual de 150 gigawatts-hora (GWh), usada apenas pela indústria Votorantim. São abastecidos com suas águas os municípios de Sorocaba (74% do consumo), Votorantim (92%), Ibiúna (100%) e São Roque (32%).

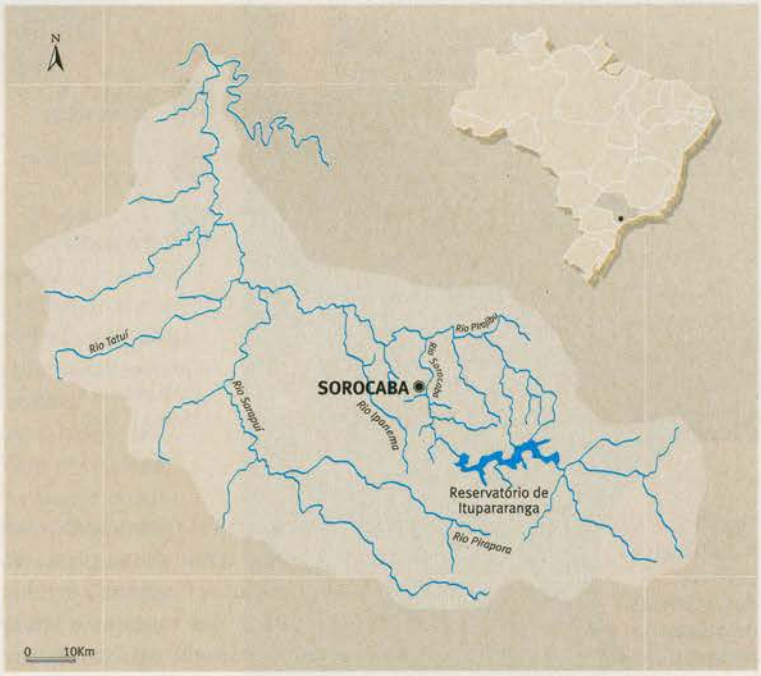


Figura 1. Localização da bacia do rio Sorocaba no estado de São Paulo, mostrando os principais afluentes e o reservatório de Itupararanga

A comunidade de peixes

As coletas de peixes foram realizadas nas épocas seca e chuvosa, em três trechos diferentes do reservatório: perto da barragem, na parte central e na área mais próxima à cabeceira do rio. Houve seis campanhas de coleta, em nove pontos (três em cada área), usando-se em cada ponto oito redes de 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, com oito diferentes tamanhos de malha. As redes permaneceram 12 horas em cada ponto: foram instaladas às 18 h e retiradas às 6 h da manhã seguinte. Essa padronização visou obter, nas três áreas, informações que pudessem ser comparadas.

Após o registro dos dados da captura, do peso e do tamanho, os peixes coletados foram embalados em recipientes plásticos com substâncias conservantes e levados para o laboratório da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, no campus de Sorocaba, para a identificação das espécies. Essa identificação foi depois confirmada pelo ictiólogo e sistemata Heraldo Britski, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Foram encontradas 14 espécies de peixes no reservatório de Itupararanga, em 871 exemplares coletados, que totalizaram 20.830 g (figura 2). Entre

ESPÉCIES	NOME POPULAR	ABUNDÂNCIA	PESO TOTAL	PESO MÉDIO	CPM
Hoplias malabaricus	Traíra	14	3.805	271,8	24,8
Astyanax fasciatus	Lambari	313	2.377	29,7	13,2
Gymnotus carapo	Tuvira	1	25	25	30
Hoplosternum litoralle	Caborja	1	100	100	15
Acestrorhynchus lacustris	Cadela	11	200	25	30
Tilapia rendalli	Tilápia	2	15	7,6	6,8
Geophagus brasiliensis	Cará	99	685	100	15
Rhamdia sp.	Bagre	3	860	286,7	27,2
Pimelodus maculatus	Mandi	3	50	16,7	13,6
Iheringichthys labrosus	Mandi	110	3.460	31,5	13,4
Cyphocharax modestus	Sagüiru	169	6.303	37,3	12,7
Hypostomus ancistroides	Cascudo	25	742	7,0	7,7
Oligossarcus paranensis	Lambari-bocarra	115	2.173	18,2	10,8
Sternopygus macrurus	Sarapó	5	35	7	7,7
TOTAL		871	20.830		

Figura 2. Espécies capturadas no reservatório de Itupararanga e seus respectivos valores de abundância, peso total, peso médio e comprimento padrão médio (CPM)

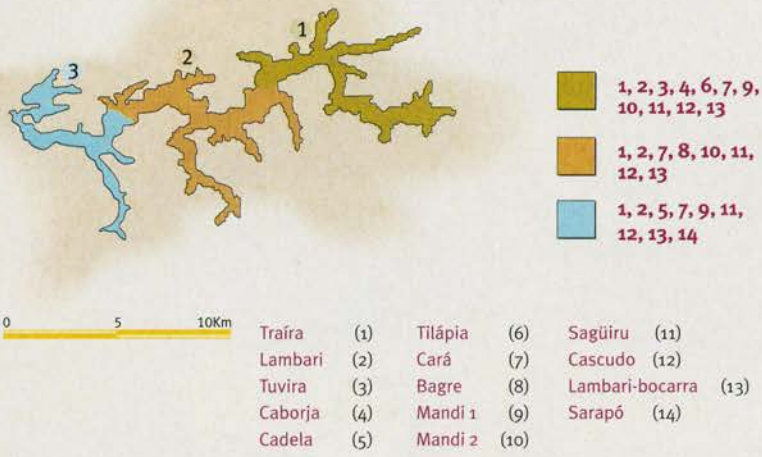


Figura 3. A distribuição espacial das espécies de peixes no reservatório de Itupararanga revela três setores distintos

as famílias, a mais importante foi Characidae, com cerca de 50% das capturas e tendo como principal representante o lambari (*Astyanax fasciatus*), seguida por Curimatidade, com 19,4% das capturas e tendo como espécie mais importante o sagüiru (*C. modestus*).

Os peixes mais abundantes foram lambari, sagüiru e lambari-bocarra (*Oligossarcus paranensis*), com respectivamente 313, 169 e 115 indivíduos. Tomando-se o peso total dos exemplares coletados, os mais importantes foram sagüiru (6.303 g), traíra (*Hoplias malabaricus* – 3.805 g) e um tipo de mandi (*Iheringichthys labrosus* – 3.460 g). Quanto ao peso médio, destacaram-se o bagre (*Rhamdia* sp. – 286,7 g), a traíra (253,7 g) e o caborja (*Hoplosternum litoralle* – 100 g). No comprimento médio, os maiores foram tuvira (*Gymnotus carapo* – 30 cm), bagre (27,2 cm) e traíra (24,8 cm).

A distribuição das espécies no reservatório não é uniforme, formando três setores distintos, de acordo com a distância em relação à barragem (figura 3). Algumas espécies, porém, têm ampla distribuição em todos os setores, como traíra, lambari, sagüiru, cará (*Geophagus brasiliensis*), mandi (*Pimelodus maculatus*) e cadela (*Acestrorhynchus lacustris*). Dessas, só o mandi vive em água corrente. As demais são típicas de ambientes lênticos. O outro mandi (*I. labrosus*), o bagre e o sarapó (*Sternopygus macrurus*) foram mais coletados no canal principal do reservatório, enquanto traíra, lambari, cará e cascudo (*Hypostomus ancistroides*) foram capturados em maior número nos braços da represa. Isso pode ser explicado pela maior concentração de vegetação marginal (ciliar) nessas áreas, o que fornece maior fonte de abrigo, alimento e sombreamento.

Padrões de abundância e coexistência

Com base na maior ou menor abundância de espécies nos pontos de amostragem, na estação seca e na chuvosa, foi possível classificar cada um desses pontos e construir um dendrograma, separando locais de coleta mais distintos e unindo os mais semelhantes (figura 4). A análise do dendrograma indicou nítido agrupamento dos pontos amostrados na mesma época, revelando que a abundância das espécies na estação seca é diferente da observada na época chuvosa. Na seca, as espécies mais abundantes foram lambari, lambari-bocarra e sagüiru. Na época de chuvas, lambari e lambari-bocarra mantiveram-se abundantes, mas agora acompanhados de cará e mandi (*I. labrosus*).

As análises permitiram elaborar a hipótese da ocorrência de diferentes padrões de coexistência entre as espécies presentes no reservatório. Isso ficou demonstrado pela formação, no dendrograma, de quatro grupos distintos, cada um reunindo alguns pontos de coleta. O grupo A inclui os pontos 1, 3, 4, 5 e 6 na época seca e o ponto 1 na época chuvosa, locais com maior abundância de lambari, lambari-bocarra e sagüiru. O grupo B reúne os pontos 3, 4, 5, 7, 8 e 9 na época chuvosa, onde lambari, cará, lambari-bocarra e mandi (*I. labrosus*) foram os mais abundantes. No grupo C, com os pontos 2 e 9 na época seca, destacaram-se sagüiru e lambari, e no grupo D, com os pontos 7 e 8 na época seca, sagüiru e cadela. Dois pontos de coleta – 2 e 6, na época chuvosa – não puderam ser incluídos em qualquer dos quatro grupos: em ambos, houve maior abundância de cará, pouco coletado nos outros locais. No primeiro, as espécies em destaque foram cará e sagüiru, enquanto no segundo as mais abundantes foram cará e mandi (*I. labrosus*).

A composição dos grupos parece estar ligada ao uso de recursos diferentes, que permite coexistên-

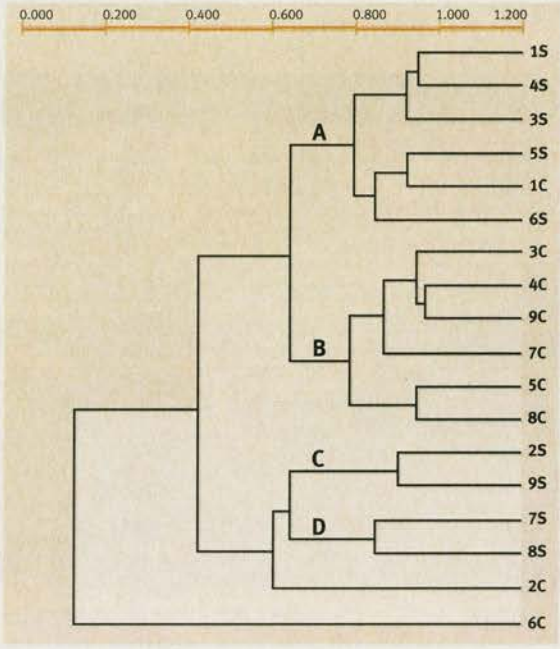


Figura 4. Dendrograma dos pontos de coleta (1 a 9) em Itupararanga, nas estações seca (S) e chuvosa (C) — os pontos foram agrupados segundo a abundância das espécies de peixes (número de cada espécie em cada ponto de coleta)

cia (sagüiru e lambari-bocarra, por exemplo), sem competição pelos recursos, ou evidencia a relação presa-predador (cará e traíra, por exemplo). Essa análise sugere a existência de diferentes padrões de abundância das espécies de peixes ao longo do reservatório, influenciados possivelmente pelas relações entre essas espécies em cada local de coleta, segundo estudos de um dos autores (Smith) em 1999. A importância das interações entre as espécies, em especial a predação, na distribuição e composição da comunidade de peixes em reservatórios também foi verificada por Ângelo A. Agostinho, Luís M. Bini e Luiz C. Gomes, em 1997, no reservatório de Segredo, no Paraná.

No reservatório de Itupararanga, as variáveis abióticas (aspectos físicos e químicos do ambiente) influenciam a composição e distribuição dos peixes, mas em menor escala que as relações bióticas. Em 1999, estudos comprovaram baixa (embora significante) correlação entre as matrizes de abundância e certas variáveis abióticas (profundidade, tipo de fundo, presença ou ausência de vegetação na água ou na margem e transparência da água).

Poucas alterações na ictiofauna

A baixa riqueza de espécies (14) do reservatório de Itupararanga pode ser atribuída à sua localização, próxima à cabeceira do rio Sorocaba: em geral, a diversidade é menor nos trechos mais 'altos' de um rio. Além disso, a diversidade pode ter diminuído após a construção da barragem, por causa da redução de áreas propícias à reprodução e ao desenvolvimento inicial de algumas espécies. Mas será difícil comprovar essas e outras suposições, já que não foram realizados estudos antes da construção.

As espécies mais freqüentes nos reservatórios paulistas, segundo apontaram Ricardo M. Castro e Marlene S. Arcifa em 1987, são cará, traíra, tambiú (*Astyanax bimaculatus*) e tilápia (*Tilapia rendalli*), sendo as mais abundantes o sagüiru, o lambari, o tambiú e o cará, o que é confirmado no reservatório de Itupararanga, onde as espécies mais abundantes foram lambari e sagüiru.

Estudos recentes em outros reservatórios da bacia do Tietê – o de Americana (em 1989), o de Barra Bonita (em 1994) e o de Promissão (em 1994) – confirmam esses resultados. A semelhança já era esperada, já que tais reservatórios situam-se na mesma bacia hidrográfica, mas o ponto de maior importância é que, nos reservatórios na bacia do rio Tietê, as espécies mais pré-adaptadas ao ambiente lêntico são sagüiru, lambari, tambiú, cará, mandi, cadela e traíra.

A comunidade de peixes de um reservatório deriva da ictiofauna existente no rio antes do represamento, como vários estudos mostraram. A colonização do reservatório, em condições normais, é feita principalmente por espécies pré-adaptadas às características lacustres do novo ambiente. A ictiofauna identificada em Itupararanga (figura 5) é similar à de trechos abaixo do reservatório, diferindo apenas na maior abundância de espécies que se adaptaram melhor ao represamento e na ausência de algumas que preferem águas correntes, presentes no trecho não represado do rio.

Como a maioria das espécies se adaptou bem ao ambiente lêntico, a ictiofauna provavelmente não foi muito alterada, de modo semelhante ao ocorrido no reservatório de Segredo. Não se deve descartar, porém, que as espécies adaptadas ao reservatório têm menores restrições quanto a alimentação, abrigo e reprodução, e que os diversos impactos sofridos pelo rio Sorocaba abaixo da barragem podem ter contribuído para a redução das espécies nesse trecho, ampliando a similaridade com o reservatório.

Apesar da pequena diferença entre a comunidade de peixes na área represada e em trechos do rio não represados, as mudanças decorrentes da transformação do ambiente de água corrente em um imenso lago levaram ao desaparecimento ou à redução das populações de algumas espécies. Entre elas estão lambe-lambe (*Apareiodon cf. piracicabae*), curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e tabarana (*Salminus hilarii*), não coletadas no reservatório mas presentes em trechos não represados do rio.

Estudos que abordem as relações tróficas (a cadeia alimentar), a reprodução e o uso dos recursos disponíveis no ambiente pela comunidade de peixes são importantes para a verificação de hipóteses, como a do desaparecimento de certas espécies, e para conhecer de forma mais detalhada a estrutura dessa comunidade no reservatório de Itupararanga. Esse tipo de pesquisa, além de servir como modelo para outros estudos, pode ajudar a definir medidas que reduzam os impactos da construção de reservatórios sobre a ictiofauna. ■

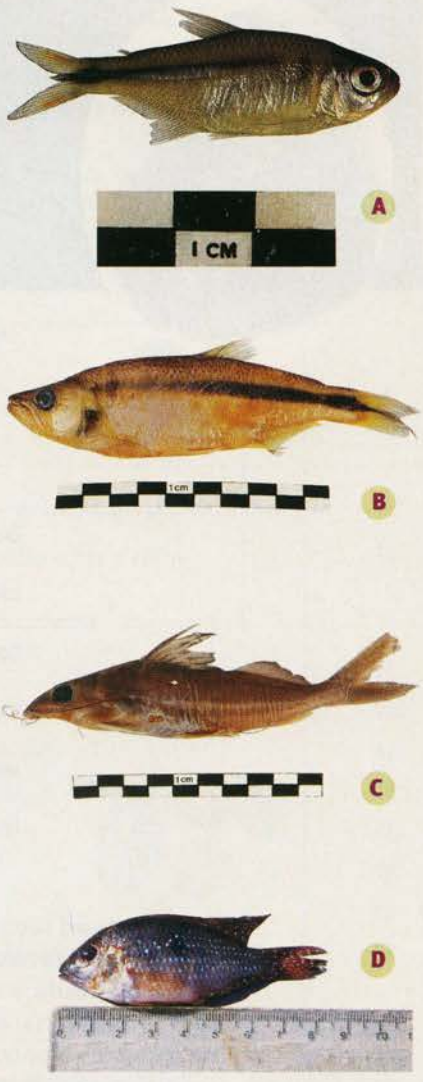


Figura 5. Entre as espécies de peixes mais comuns no reservatório de Itupararanga estão o lambari (A), o lambari-bocarra (B), o mandi *I. labrosus* (C) e o cará (D)

HÁ 150 ANOS, FOUCAULT DEMONSTRAVA COM SEU PÊNDULO A ROTAÇÃO DA TERRA

A incessante mobilidade da Terra

Há 150 anos

"Todo homem posto em presença deste fato, convertido ou não às idéias reinantes, demora alguns instantes pensativo e silencioso, e geralmente se retira levando no seu íntimo um sentimento mais presente e mais vivo de nossa incessante mobilidade no espaço."

J.B. Léon Foucault

No início deste novo milênio completam-se 150 anos da realização de uma experiência científica espetacular, com a qual foi demonstrado publicamente o movimento de rotação da Terra. Em 1851, o físico francês Jean Bernard Léon Foucault (1819-1868) fez mover seu pêndulo no *Panthéon* de Paris, atraindo grande público e a atenção da imprensa. Um feito notável que comprovava uma teoria já aceita universalmente pelos astrônomos desde finais do século 17.

Jean Bernard Léon Foucault, físico do Observatório de Paris, havia realizado a experiência com antecedência; ele não correria o risco de montar seu aparato em um espaço público com tanta visibilidade sem ter certeza de sucesso. Ao final de 1850, Foucault fez uma montagem doméstica do pêndulo, repetiu a realização em escala maior no próprio Observatório antes de se aventurar em um grande espetáculo no coração da cidade.

O engenho era muito simples e, nas suas formas gerais, conhecido de todos: uma esfera pesada suspensa por um fio muito comprido, realizando um movimento de oscilação. É curioso lembrar que Foucault afirmou ter colhido sua inspiração em um texto da *Accademia del Cimento*, da autoria de Vincenzo Viviani (1622-1703), colaborador dos últimos dias de Galileu. Na época de Viviani – século 17 – o debate sobre o sistema do mundo ocorria na sua maior intensidade. Seu mestre havia sido condenado em 1633 por defender o heliocentrismo. Ainda não havia demonstração astronômica definitiva em favor das teses de Copérnico. O silêncio sobre o tema, que a Igreja Católica procurou impor, ainda limitava seriamente os debates científicos. Já em meados do século 19, os astrônomos contemporâneos de Foucault haviam acumulado evidências numerosas da rotação da Terra. A proibição da Igreja Católica fora suspensa em 1835.

Porém, faltava uma prova terrestre; uma experiência feita na

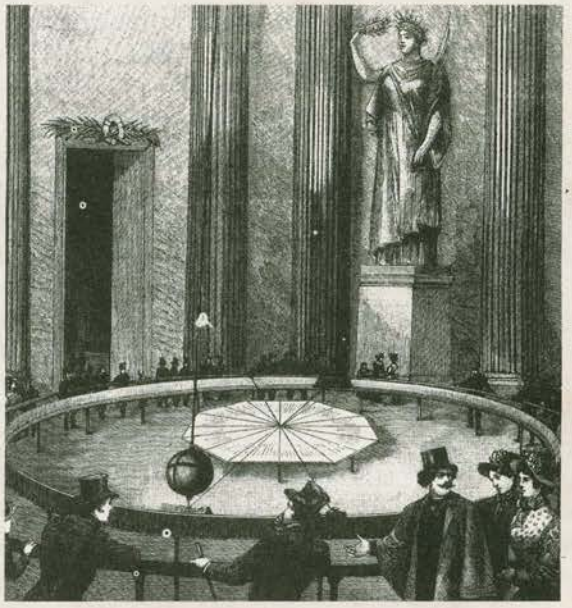


Figura 1. Foucault montou sua experiência no *Panthéon*, de Paris, em 1851

IMAGENS EXTRAÍDAS DE *FOUCAULT ET SES PENDULES*, STÉPHANE DELUGEORGES, PARIS, EDITIONS CARRÉ, 1990

Figura 2. Bola usada na montagem pública apresentada por Foucault em 1851

Terra que pudesse demonstrar seu movimento. Essa esperada realização iria cumprir um papel importante junto ao público geral, junto às pessoas que não se dedicam o suficiente aos estudos astronômicos para bem compreender e calcular paralaxes de estrelas e fenômenos semelhantes. O grande papel da experiência de Foucault não foi seu resultado – os homens de ciência já estavam certos dos movimentos da Terra desde há muito. Foi exatamente sua publicidade, seu caráter de espetáculo público. A explicação fornecida pelo experimentador era muito simples e ligava de forma clara o movimento da Terra ao movimento do pêndulo. Uma idéia genial acompanhada de uma análise simples.

Na primeira realização do experimento, feita em sua residência, Foucault usou um pêndulo esférico de 5 kg, suspenso por um fio de cerca de 1 mm de diâmetro, com 2 m de comprimento, fortemente preso a uma bucha disposta no plano horizontal. Nessas condições, a amplitude máxima de oscilação diminui muito rapidamente e, embora isso não impeça a observação do fenômeno, limita sensivelmente sua identificação. Em janeiro de 1851, Foucault montou o aparelho na sala da luneta meridiana do Observatório de Paris, usando um fio de 11 m de comprimento; nessas condições, "a oscilação ficou mais lenta e mais larga, de modo que entre dois retornos sucessivos do pêndulo ao ponto de partida constata-se claramente um desvio sensível para a esquerda".

A grande montagem

Mas o experimentador sabia perfeitamente das potencialidades do seu feito junto ao público: "sob os tetos elevados de alguns edifícios, o fenômeno deverá ganhar um esplendor magnífico". Na grande montagem do *Panthéon*, com uma altura de quase 70 m e com uma esfera de 28 kg, a experiência ganhou o brilho esperado. Não deixa de ser irônico que o edifício do *Panthéon*, construído inicialmente para abrigar a Igreja de *Saint Geneviève*, tenha sido o espaço escolhido para a realização de uma experiência de demonstração do movimento de rotação da Terra.

A explicação do fenômeno que Foucault forneceu ao público no *Journal des Débats* de 31 de março de 1851 é um texto elegante e sobretudo convincente. Nessa montagem, o pêndulo pode se mover livremente em qualquer plano de oscilação. Ou seja, segundo as leis de Newton, uma vez posto a oscilar, o pêndulo se move sempre em um plano determinado com relação ao espaço absoluto – ou como dizemos atualmente, com relação ao referencial inercial adotado, o Sol. Não há força que faça esse plano girar. Mas, com o passar do tempo, o observador vê que o plano efetivamente gira. O que fica demonstrado aos olhos do espectador é o movimento de rotação da Terra!

Se esse texto é preciso e convincente, a explicação matemática do movimento de rotação do plano de oscilação deixa muito a desejar. Na sua nota comunicando a realização da experiência, publicada nos *Compte Rendus de l'Académie des Sciences* (tomo 32, p. 435), de 3 de fevereiro de 1851, Foucault afirma ser fácil demonstrar que o período de rotação do plano é igual a 24 horas multiplicadas pelo seno da latitude do lugar em que está instalado o aparato. Mas ele não apresenta a demonstração; nem mesmo entre seus papéis manuscritos pode-se encontrá-la. O único texto em que ele esboça uma explicação matemática é um fragmento de carta que está longe de satisfazer a um leitor exigente. Isso não se deve à inexistência de matéria matemática suficiente: os físicos franceses Gustave Coriolis (1792-1843) e Siméon Denis Poisson (1781-1840), entre muitos outros, já haviam resolvido os sérios problemas matemáticos associados aos referenciais girantes.

Figura 3. A experiência do pêndulo seria repetida várias vezes, como a que o astrônomo francês Nicolas Camille Flammarion fez em 1902

Na verdade, Foucault não se destacava como matemático: era um grande físico experimentalista, como poucos identificados nos tempos que se seguiram. Naquela época, uma boa dose de intuição associada a um domínio largo das leis de Newton e de seus fundamentos era suficiente para um experimentador sofisticado chegar a bons resultados científicos.

Carlos Ziller Camenietzki*
Museu de Astronomia e Ciências Afins/MCT

*Carlos Ziller Camenietzki é autor de *A Cruz e a Luneta*. Rio de Janeiro: Access, 2000.

Seqüestro de carbono

Parabéns pelo excelente trabalho que realizam à frente da *CH*. Sem críticas a fazer, tenho apenas a sugestão de que se aborde o tema do seqüestro de carbono: o papel das florestas plantadas ou manejadas na redução da concentração de CO_2 na atmosfera e a real possibilidade de que atividades econômicas humanas possam contribuir para essa redução.

JORGE ARAÚJO DE SOUZA LIMA
POR E-MAIL

A sugestão está anotada.

Pomada contra fimose

Três leitores de CH *— Euler R. Vargas, Claudia Wailant e Rogério (que não forneceu sobrenome) — solicitaram por* e-mail *informações sobre a nota 'Pomada substitui cirurgia de fimose'* (CH *nº 165). Em resposta, os pesquisadores que criaram a pomada informam: "A diferença entre ela e medicamentos à base de betametazona (que exigem tratamento mais longo e podem causar efeitos colaterais) é a presença de enzimas proteolíticas. A fórmula, porém, não está disponível para manipulação. A nova pomada, que chegará às farmácias no segundo semestre, através do Laboratório Apsen, poderá ser adquirida sem receita médica (pois não tem contra-indicações) e aplicada em crianças e adultos que necessitem (segundo um médico) de cirurgia, variando apenas a duração do tratamento. Mais informações podem ser obtidas através do telefone (0—19) 3233-6016."*

Informação e educação

Parabenizo toda a equipe pelo ótimo trabalho de informação e educação feito pela *CH*. Sou estudante de engenharia elétrica e aprecio muito as reportagens e entrevistas relacionadas à minha área de estudos, bem como os demais assuntos abordados pela revista na vasta área científica. Considero a maior vantagem da *CH* sobre as outras revistas da área a capacidade de, ao mesmo tempo, não aprofundar demais as matérias, o que poderia desinteressar ao leigo, e explorar suficientemente o tema, sem o que os leitores de área poderiam ficar insatisfeitos. Espero que mantenham esse padrão.

Sugiro uma reportagem sobre o que está acontecendo nos centros de pesquisa da engenharia de ponta no mundo e no Brasil. Gostaria ainda de saber — a resposta pode ser dada na seção 'O Leitor Pergunta' — se a Lua realmente está se afastando da Terra?

MARCUS ANDRÉ R. BERGER
CAMPINA GRANDE, PB

A sugestão está anotada. Quanto à pergunta sobre a Lua, está respondida na seção 'O Leitor Pergunta' da CH *nº 169, a pedido de outro leitor.*

Genoma e hormônios

Excelente a qualidade da *CH*. Tenho adquirido diversos números, e lamento que a revista seja pouco divulgada. Gostaria de saber se foi publicado algo sobre o Projeto Genoma Humano, sobre pesquisas nacionais em psicofarmacologia e sobre os hormônios e sua influência no comportamento humano.

MANOEL CARLOS DOS SANTOS
POR E-MAIL

Publicamos em novembro de 2000 (nº 166) dois artigos — 'Genoma decifrado, trabalho dobrado' e 'As promessas e os riscos' — sobre o seqüencimento completo do genoma humano. Quanto aos outros assuntos, nenhum artigo foi publicado nas edições da CH *nos últimos dois anos.*

Fome em 2050?

Tenho algumas perguntas sobre o artigo 'Oceanos: fonte de alimentos para o século 21' (*CH* nº 168). O gráfico apresentado foi criado em 1972, como entende-se pela citação bibliográfica logo no início? Se isso é verdade, tal gráfico foi revisado com dados reais no período 1972-2000?

PÉRSIO MILANI
POR E-MAIL

O autor do artigo, Yasunobu Matsuura (Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo), responde: "A simulação por computador foi feita em 1967, com dados anteriores, no Massachussets Institute of Technology, mas sua previsão vale até hoje. A população aumentou como foi previsto, atingindo 6 bilhões no fim do século 20, e atingirá de 9 a 10 bilhões em 2050. Para responder se o planeta conseguirá alimentar tanta gente em 2050, V. Smil publicou em 2000, pela MIT Press, o livro Feeding the world, *que mostra a evolução do uso da terra, do uso dos recursos hídricos, da produção de alimentos etc.*

Auxílio em pesquisas

Agradeço a vocês, porque a *CH* está muito boa. Ela me auxilia muito nas minhas pesquisas.

SUÉLEN DA CRUZ SILVA
POR E-MAIL

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

E-MAIL:
chojered@sbpcnet.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

technologia

Uma carga preciosa

SBPC

Transporte de petróleo avançada e obedece a regul

Desde a perfuração do primeiro poço produtivo de petróleo, perto de Titusville, no estado da Pennsylvania (Estados Unidos), em 1859, os pioneiros dessa indústria enfrentaram, além das dificuldades da própria busca do 'ouro negro', um problema a mais: transportar o petróleo bruto até as primeiras plantas de processamento e, em seguida, distribuir seus derivados. O início da história desse transporte especializado, portanto, coincide com o momento em que o petróleo passou a ser extraído, sistematicamente e em maiores quantidades, de poços perfurados no solo.

Como o traçado das ferrovias do oeste da Pennsylvania, na época, não passava pelas áreas de produção, a solução mais imediata foi transportar o petróleo bruto em barcos, através dos rios da região. Nos poços situados longe das margens dos rios, porém, era preciso usar carroças de tração animal para levar a produção até pontos de embarque. Para esse transporte, seja em carroças ou em barcos, o petróleo bruto era acondicionado em barris de madeira tradicionais, com capacidade para cerca de 160 litros. Essa é a origem da unidade – o barril (correspondente a cerca de 159 litros) – utilizada até hoje em estatísticas e no comércio internacional do produto.

Com o rápido aumento da produção petrolífera (que exigia maiores capacidades de carga) e outros fatores, o transporte fluvial mostrou-se ineficiente. A perda de muitos barcos em acidentes forçou a busca de outro meio de transporte, mais seguro e econômico. As ferrovias foram apontadas como a solução ideal, e ramais começaram a ser implantados em locais próximos às áreas de produção ainda em 1861. Os primeiros vagões-tanques eram compostos de dois grandes tonéis de madeira, com capacidade para cerca de 40 barris cada, sobre uma plataforma. Só a partir de 1869

e derivados exige tecnologia amentação específica

seriam usados tanques de aço. Persistia, porém, o problema da ligação de cada poço aos pontos finais dos ramais ferroviários, feita apenas por carroças.

A questão não ficou muito tempo sem resposta: o petróleo poderia ser levado, dos poços aos pontos de embarque, através de tubulações, como já se fazia com a água. As primeiras tentativas de construção de oleodutos, também na Pennsylvania, falharam, pois os tubos, então de ferro fundido, não resistiram às pressões de bombeamento. Só a partir do final de 1863, com o emprego de tubos de ferro forjado, o problema foi superado. Em pouco tempo, vários pequenos oleodutos surgiram em áreas de produção de petróleo. A entrada em cena dos tubos de aço levou a oleodutos mais longos e de maior capacidade, e outras melhorias – em especial a substituição das juntas aparafusadas ou rosqueadas por juntas soldadas – permitiram aumentar diâmetros, pressões e capacidades. Hoje, a movimentação de petróleo e derivados por oleodutos é uma importante alternativa de transporte, tanto em terra quanto no mar.

Para funcionar com eficiência, os sistemas de transporte de petróleo e de seus derivados contam com diferentes modalidades integradas. São componentes essenciais nesses sistemas as instalações de coleta junto aos poços e os terminais que transferem os produtos entre uma modalidade e outra. Tanques de grande capacidade, nessas instalações, permitem armazenar os produtos e organizar sua distribuição. A prática de armazenar petróleo começou já em 1866, quando os operadores dos primeiros oleodutos construíram tanques de madeira (para até 1.200 barris), em pouco tempo substituídos por tanques de aço. Hoje, no Brasil, existem tanques capazes de estocar até 500 mil barris, no caso do petróleo bruto.

FOTOS BRASIL ENERGIA / MARCOS ALMEIDA

As diferentes modalidades

Atualmente, a escolha entre as opções de transporte de petróleo bruto ou de seus derivados depende basicamente das quantidades e distâncias envolvidas, dos meios disponíveis em cada região e do tipo de produto transportado. O petróleo bruto é transportado principalmente através de oleodutos e navios-tanques, enquanto os diferentes derivados (combustíveis, matérias-primas industriais e outros) podem ser levados até os consumidores finais em navios, trens, caminhões, dutos e, em casos especiais, por outros meios, como aviões-tanques.

Para o transporte de quantidades pequenas, a curtas distâncias, o que ocorre com maior freqüência na distribuição dos derivados aos pontos de venda, costumam ser usados caminhões-tanques. Tal modalidade tem grande flexibilidade, pois permite alcançar virtualmente qualquer ponto, mas em geral é a que apresenta o maior custo por quantidade transportada. O uso de caminhões para transportar petróleo bruto só ocorre no escoamento de poços isolados e de baixa produção.

As ferrovias permitem transportar, por meio de vagões-tanques adequados a cada tipo de produto, quantidades maiores a distâncias também maiores, mas com menor grau de flexibilidade, já que os trens percorrem trajetos fixos, definidos pelos trilhos. O ponto inicial do trajeto (uma refinaria, por exemplo) pode ser servido por um ramal ferroviário, mas os pontos de entrega não são necessariamente os de consumo, podendo exigir outras etapas de distribuição. O custo por unidade transportada, porém, tende a ser menor que no uso de caminhões.

No transporte fluvial, a quantidade e a distância dependem da navegabilidade do rio percorrido. Rios com maior navegabilidade (como os principais rios da Amazônia) possibilitam até a utilização de navios de maior capacidade, além de balsas, em percursos mais longos, tornando mais econômica essa modalidade de transporte. No entanto, como acontece com as ferrovias, a flexibilidade é limitada, exigindo a instalação, nos portos, de terminais para armazenamento e transferência dos produtos.

No mar, para escoar até a terra firme o petróleo extraído de poços distantes da costa, assim como para transportar petróleo ou derivados entre continentes, utiliza-se navios-tanques denominados petroleiros. A vastidão dos oceanos confere a esses navios maior flexibilidade – rotas e pontos de entrega variáveis –, em relação aos usados em rios ou aos trens. O custo por unidade transportada também é relativamente menor. Os petroleiros são navios especializados, que transportam a carga

em grandes tanques segregados. Em função dos avanços tecnológicos, os petroleiros atuais têm alto nível de automação e tripulação reduzida. Hoje, navegam nos oceanos petroleiros com capacidade para carregar até 564 mil toneladas de petróleo.

O transporte do petróleo extraído de poços localizados na plataforma continental também é efetuado através de oleodutos submarinos. Em tal situação, essa ligação direta é mais econômica que o uso de navios, embora a instalação de oleodutos submarinos exija em geral investimentos maiores. Sua construção exige técnicas especiais. Em geral, a solda das seções é feita em embarcações e o duto é lançado à medida que vai sendo soldado. Através desses dutos de escoamento, o petróleo bruto segue das plataformas de produção para a terra firme, em direção a um terminal ou a uma refinaria.

Oleodutos terrestres são uma modalidade de transporte também de flexibilidade limitada, mas que apresenta um custo (por unidade transportada) em geral menor que o da ferrovia. A construção de um oleoduto requer, no entanto, um alto investimento e um estudo de viabilidade detalhado. Essa forma de transporte de petróleo e derivados apresenta, em relação a caminhões ou trens, outras vantagens, como maior segurança e confiabilidade.

Nas áreas de produção em terra, o petróleo extraído dos poços é quase sempre escoado por pequenos oleodutos até parques de tancagem, de onde seguem, também por dutos, para terminais ou refinarias. O petróleo transportado por navios petroleiros provenientes de poços submarinos ou importado de outros países é descarregado em terminais especializados e, em geral, segue para as refinarias também por oleodutos. Após o processamento, a distribuição dos derivados pode ser efetuada por oleoduto, trem ou caminhão, dependendo da quantidade e do destino. Em geral, os oleodutos são mais utilizados – o que já acontece no Brasil – para levar grandes quantidades de derivados até terminais em regiões de consumo afastadas. Dali, os produtos são distribuídos para terminais menores ou pontos de venda.

As refinarias são geralmente construídas nas proximidades dos maiores centros de consumo dos derivados. Cabe ressaltar que o petróleo bruto é mais estável que os derivados, podendo ficar armazenado por mais tempo. Alguns derivados podem se deteriorar rapidamente, exigindo às vezes condições e equipamentos especiais para seu transporte ou armazenagem.

O transporte de petróleo no Brasil

Os oleodutos em operação no Brasil têm 8.106 km de extensão total, dos quais 2.625,7 km destinam-se à movimentação de petróleo bruto e 5.480,3 km ao transporte de derivados. Tais oleodutos estão, em sua maioria, localizados nas regiões Sudeste e Sul, interligando terminais e refinarias aos grandes centros consumidores. Existem ainda uma pequena malha de dutos no litotal da região Nordeste e dutos isolados nos estados do Pará e do Amazonas.

Atualmente, existem no país três importantes dutos de transporte de derivados. O maior deles liga a refinaria de Paulínia (SP) à capital nacional, Brasília, passando pelos estados de Minas Gerais e Goiás. Outro situa-se na Bahia (da refinaria de Madre de Deus, no litoral, às cidades de Itabuna e Jequié, no interior) e o terceiro liga a refinaria de Araucária, no Paraná, à capital de Santa Catarina, Florianópolis. Esses dutos permitem o transporte de mais de um tipo de derivado: os produtos podem ser bombeados através da mesma tubulação, sem separações, com um produto 'empurrando' o outro.

Dutos para transporte de petróleo e derivados no Brasil

	Produto	Km	Quantidade
Dutos de transferência	Petróleo	2.625,7	55
	Derivados	29	40
Dutos de transporte	Derivados	5.451,3	248
	TOTAL	8.106	343

Existem projetos de novos dutos de transporte de derivados, a partir de São Paulo, para Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estados distantes das refinarias nacionais. Para o transporte de petróleo bruto, estuda-se a implantação de uma nova ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo. O novo oleoduto ligaria a refinaria de Duque de Caxias (RJ) à refinaria do Vale do Paraíba, em São José dos Campos (SP).

Grandes quantidades de petróleo e derivados são transportadas, no Brasil, entre terminais situados em diferentes estados, através da navegação de cabotagem. Embora essa navegação seja monopólio da União, empresas constituídas sob as leis brasileiras podem ser autorizadas a operar nessa modalidade. No caso do transporte de petróleo e de seus derivados na navegação de cabotagem, a autorização é concedida pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Atualmente, quatro empresas privadas já foram autorizadas.

A navegação fluvial tem grande importância no transporte de derivados de petróleo na Amazônia. O transporte de petróleo bruto em petroleiros de médio porte também é feito, entre Coari e Manaus, para levar a produção dos poços de Urucu à refinaria instalada na capital amazonense, que também recebe petróleo proveniente de outras áreas de produção.

A navegação em mar aberto emprega, em geral, petroleiros de médio ou grande porte, dependendo das necessidades de cada operação, do produto transportado e das distâncias percorridas. Como a maior parte da produção nacional de petróleo vem hoje de poços situados na plataforma continental, em áreas distantes da costa, a Petrobras – concessionária da maioria dos campos nessas áreas – mantém, através de sua subsidiária Transpetro, uma frota de petroleiros para escoar a produção desses poços aos terminais litorâneos. Hoje, a Transpetro opera pouco mais de 50 navios da própria Petrobras, além de navios estrangeiros afretados.

No Brasil, a infra-estrutura de armazenagem e transferência, essencial para o sistema de transporte de petróleo e derivados, inclui hoje – excluindo os nove centros coletores de álcool – 75 terminais, em 18 estados e no Distrito Federal. Encontram-se nesses terminais cerca de mil tanques para petróleo bruto ou derivados, com capacidade total de mais de 11 milhões de m³. São oito terminais fluviais ou lacustres, 26 terminais terrestres e 41 terminais marítimos.

São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Bahia são os estados com maior capacidade de armazenagem. Nesses estados, estão localizados os quatro principais terminais marítimos do país: Almirante Barroso, em São Sebastião (SP – 2,08 milhões de m³), Ilha Grande (RJ – 1,01 milhão de m³), Almirante Soares Dutra, em Tramandaí (RS – 700,7 mil m³) e Madre de Deus (BA – com 525,2 mil m³). São Paulo e Rio de Janeiro abrigam também os maiores terminais terrestres: Guararema (SP – 1,04 milhão de m³), Campos Elísios (RJ – 546,9 mil m³) e Cabiúnas (RJ – 494,4 mil m³).

Atividade regulada e fiscalizada

Por diversas razões, que incluem desde a importância estratégica do petróleo até o risco que essa atividade apresenta (não só para a população, mas também para o meio ambiente), o transporte de petróleo e derivados é regulado e fiscalizado em todo o mundo. No Brasil, uma série de atribuições nesse sentido cabe à ANP, como estabelece a Lei 9.478, de 1997 (Lei do Petróleo), que flexibilizou o monopólio estatal do petróleo. Alguns mecanismos para essa regulação foram definidos nos últimos anos, após a implantação da ANP, em 1998.

No aspecto da segurança, a regulamentação em vigor determina que a construção ou ampliação de instalações destinadas ao transporte ou transferência de petróleo, seus derivados e gás natural no país dependem de prévia autorização da ANP. Isso inclui dutos, terminais e unidades de liquefação do gás natural, além dos sistemas indispensáveis à sua operação, como estações de bombeamento, tanques e sistemas de controle. Apenas empresas constituídas sob as leis brasileiras podem construir e operar tais instalações.

A autorização é condedida em duas etapas: para a construção e para a operação. No primeiro caso, o projeto deve atender a requisitos técnicos básicos e a exigências de proteção ambiental e de segurança industrial e das populações. Para iniciar a operação, após o término das obras, a empresa deve comprovar que a instalação foi corretamente construída e apresentar sumários dos planos de manutenção e de garantia de qualidade dos serviços que oferecerá.

Itens de segurança indispen-

sáveis em terminais são os sistemas de defesa e combate a incêndio, bacias e diques de contenção (para eventuais vazamentos) e equipamentos à prova de explosão para instalações elétricas e de comando, em áreas específicas de risco. No caso de oleodutos subterrâneos, é preciso sinalizar na superfície o respectivo traçado, entre outras exigências. A faixa de terreno imediatamente acima do duto é considerada área reservada.

O transporte a granel de petróleo e derivados por navegação de cabotagem também está sujeito a prévia autorização da ANP. Os navios devem ser cadastrados na ANP e atender às normas sobre transporte marítimo ou fluvial expedidas pela Marinha, pelo Ministério dos Transportes e por órgãos ambientais. Está em estudo na ANP a regulamentação do transporte de petróleo e derivados por outras modalidades de navegação.

O princípio do livre acesso

Outra forma de regulação – econômica – visa garantir o livre acesso a dutos e terminais aquaviários (aqueles por onde passam produtos vindos ou destinados ao transporte por embarcações). A Lei do Petróleo determina que qualquer empresa pode solicitar os serviços de transporte de qualquer duto (classificado como duto de transporte) ou terminal em operação no país, desde que haja capacidade disponível e mediante pagamento adequado (também objeto de regulamentação pela ANP). Ou seja, a empresa que construiu e opera qualquer dessas instalações é obrigada a permitir a movimentação de produtos de terceiros.

Essa determinação, presente já na Lei do Petróleo, visa atender ao interesse da sociedade em reduzir os custos do transporte de petróleo e derivados. A construção de oleodutos e terminais demanda tempo e exige investimentos elevados; uma vez construídas, é fundamental que a capacidade dessas instalações seja utilizada ao máximo. Do ponto de vista econômico, não faz sentido a existência de dois dutos paralelos, ou dois terminais no mesmo local, ambos operando a baixa capacidade: é mais econômico operar apenas um. Esse tipo de serviço é considerado de utilidade pública, com características de monopólio natural.

No entanto, a empresa responsável pela construção do duto ou terminal deve ter preferência de uso, para armazenamento ou transporte de seus próprios produtos. Tal preferência precisa ser solicitada à ANP e justificada, com base na movimentação de produtos efetuada em período anterior e na necessidade de integração da operação de refinarias e terminais, sendo prevista uma revisão periódica. Os terceiros interessados precisam solicitar o acesso às instalações e devem ser atendidos, de forma não discriminatória, levando-se em conta a capacidade disponível e as condições gerais dos serviços.

As tarifas cobradas por esses serviços devem ser fixadas com base em critérios como o tipo de serviço e sua duração, o tipo de produto e os volumes envolvidos, as perdas, o nível de contaminação dos produtos (no caso de terminais), a distância entre os pontos de recepção e entrega dos produtos (no caso de dutos), a tributação vigente e os custos de operação e manutenção. Também pode ser considerada uma adequada remuneração do investimento realizado no duto ou terminal. Essas tarifas também são arbitradas pela ANP, caso não haja acordo entre as partes, para evitar distorções ou discriminações.

A ANP, seja com recursos próprios ou mediante convênios, realiza a fiscalização das atividades de transporte de petróleo bruto e derivados. Tal fiscalização abrange tanto o cumprimento, por parte dos operadores, das novas regras econômicas referentes a essas atividades, em especial o livre acesso, quanto os aspectos de segurança e proteção ambiental das instalações de transporte.

Os operadores em situação irregular podem receber sanções administrativas, multas ou até terem sua autorização cancelada pela ANP. Outros órgãos federais também regulam as atividades de transporte de petróleo e derivados, como por exemplo o Conselho Nacional de Trânsito (Contran), que regulamenta o transporte rodoviário de cargas perigosas, e a Marinha do Brasil, que controla o cumprimento dos códigos internacionais de segurança e prevenção de acidentes (com poluição por óleo) referentes a embarcações, além de fiscalizar o tráfego, a entrada e a saída de embarcações brasileiras e estrangeiras de águas sob jurisdição nacional. ■

SUA EMPRESA É INOVADORA?

INVESTE EM TECNOLOGIA?

A Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – é a principal agência do Governo Federal para o financiamento ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia no País.

Nosso foco é o apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Nossa atuação abrange todas as etapas do processo: da pesquisa básica à comercialização pioneira de produtos e processos. Essa é a nossa singularidade.

A FINEP é, hoje, a Agência Federal da Inovação e está pronta para enfrentar os desafios impostos pelo mundo globalizado.

PROCURE A FINEP

FINEP

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

www.finep.gov.br

SEAC
Tel.: (21) 555-0555
E-mail: seac@finep.gov.br

C&T BRASIL
Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL
Trabalhando em todo o Brasil

DISQUE SAÚDE 0800 61 1997

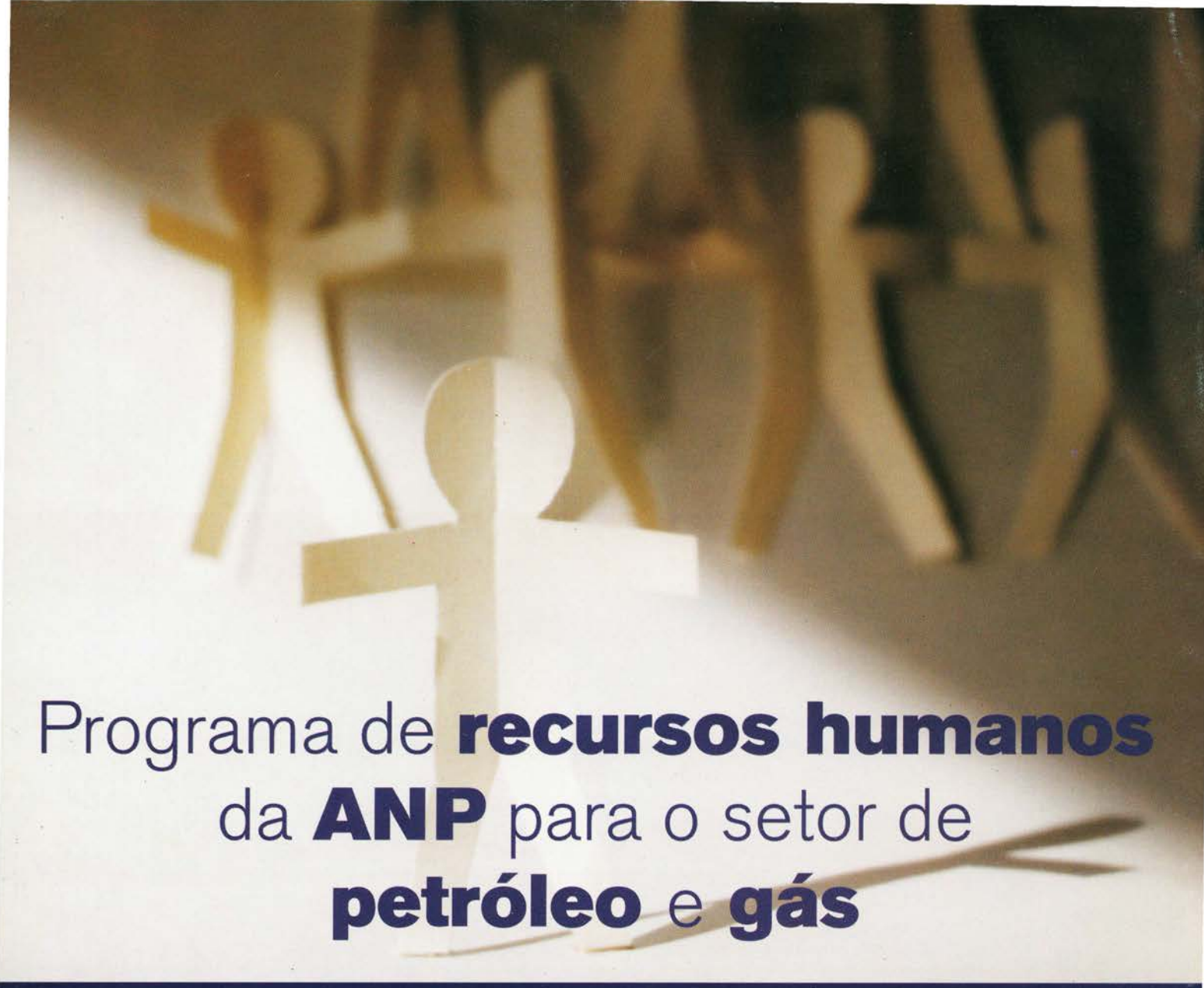
Master

NÃO IMPORTA DE QUE LADO VOCÊ ESTÁ.
USE CAMISINHA.

Não importa o que você vai fazer.
O que importa é você ter pelo menos uma camisinha sempre à mão.
Só ela protege você do vírus da aids.

MINISTÉRIO DA SAÚDE

GOVERNO FEDERAL
Trabalhando em todo o Brasil



Programa de **recursos humanos** da **ANP** para o setor de **petróleo** e **gás**

PRH - ANP / MME / MCT

531 bolsas concedidas • **R$ 3,8 milhões** para taxas de bancada em 2000 • **22** universidades participantes em **13** estados • **31** programas beneficiados

Apoio à **formação de pessoal** qualificado na área de **petróleo** e **gás natural**

Maiores informações, visite nosso site: **www.anp.gov.br** (seção desenvolvimento tecnológico)
Endereço eletrônico: **prh@anp.gov.br**

anp
Agência Nacional do Petróleo