

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 295 | VOLUME 50 | AGOSTO 2012 | R\$ 10,95

HANSENÍASE
Em busca de estratégias para erradicar a doença mais antiga da humanidade

2012 O FIM DOS TEMPOS?

O REAL SIGNIFICADO DOS CALENDÁRIOS MAIAS

CANGAS
Ambientes encontrados sobre jazidas de ferro são pouco protegidos

MUDANÇAS CLIMÁTICAS
Alteração de chuvas na Amazônia pode prejudicar produção de energia em hidrelétricas





TODA ESCOLA PÚBLICA PODE SER UMA BOA ESCOLA

**O MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
OFERECE AOS ESTADOS E
MUNICÍPIOS PROGRAMAS
E RECURSOS PARA UMA
EDUCAÇÃO DE QUALIDADE.**

No Brasil, estados e municípios são responsáveis pelo ensino básico, uma atribuição formal que faz desses entes federativos parceiros diretos do Ministério da Educação na aplicação de suas políticas e programas: da formação de professores à construção de infraestruturas, do livro didático à alimentação escolar, do transporte à biblioteca na escola. Por meio do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), o Ministério da Educação oferece aos estados e municípios brasileiros programas que atendem a todas as necessidades e condições para uma educação pública de qualidade. Os recursos federais são repassados aos municípios, que, ao aderirem às ações do PDE, assumem a tarefa de aplicá-los corretamente e de cumprir as metas de qualidade para a educação pública brasileira, medidas pelo Ideb. É assim, com divisão de responsabilidades, que o Brasil está avançando na melhoria da educação básica.

**Conheça melhor os principais programas do PDE,
desenvolvidos em parceria com estados e municípios.**

Para mais informações: www.mec.gov.br



Ministério da
Educação



INSTITUTO CIÊNCIA HOJE | Sociedade civil sem fins lucrativos vinculada à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças, CH on-line (internet), Ciência Hoje na Escola (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista Ciencia Hoy (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ISSN: 0101-8515

DIRETORIA

Diretor Presidente | Renato Lessa (UFF)
Diretores Adjuntos | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira | Lindalva Gurfield
Superintendente de Projetos Estratégicos | Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE | SBPC

Editores Científicos | Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-Rio) e Ricardo Benzaquen de Araújo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Física/UFF) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Fred Furtado, Henrique Kugler, Sofia Moutinho e Yuri Hutflesz; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho
ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães | **Capa e diagramação de artigo de capa** | Ana Soter

SUCURSAIS

NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Cons-telação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (0xx92) 3236-5326
SUL | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br) e Celio Yano. End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná
SÃO PAULO | Correspondente | Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | **Gerente** | Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA | Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.
PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO | EDIGRAFICA
DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A
CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3355-2130.

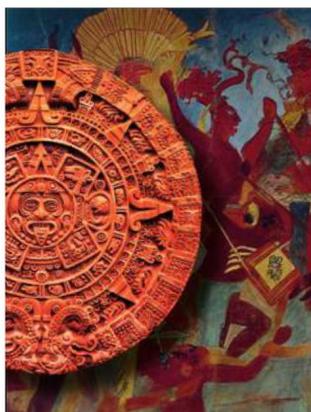
INTERPRETAÇÃO EQUIVOCADA

Ao longo da história, muitos foram os anúncios de que o fim do mundo estava próximo. O mais recente diz respeito a uma data apocalíptica, 21 de dezembro de 2012, interpretada por alguns como o final de um período e o início de uma nova era, em que a humanidade sofreria uma transformação física e espiritual, ou quando poderiam ocorrer catástrofes que ameaçariam a vida na Terra. A ‘profecia’ baseia-se na inscrição de um calendário numa lápide encontrada nas ruínas de Tortuguero, cidade maia do sul do México, que indicaria o término de um grande ciclo. A partir desse achado, proliferaram leituras escatológicas que se disseminaram pela mídia e alcançaram até as telas de cinema.

O artigo de capa desta edição busca selar essa polêmica e elucidar o propósito dos calendários maias. Nas crenças desse povo que surgiu na América Central há cerca de 4 mil anos, o mundo estava em constante transformação. O calendário servia tanto para definir as estações do ano e se programar com relação ao plantio quanto para marcar suas festas e rituais religiosos. Mas, certamente, esse sistema complexo não incluía mitos ou lendas sobre o fim dos tempos.

Até agora, sobrevivemos a todos os prognósticos extremos. E o prenúncio de que o mundo vai acabar em 2012 nada mais é que uma interpretação equivocada desse tesouro arqueológico.

A redação



CAPA: FOTO CALENDÁRIO: © ISTOCKPHOTO.COM
 IMAGEM DE FUNDO: DEA / G. DAGLI ORTI / GETTY IMAGES



APOIO:

 MCT | CNPq | FINEP

Atendimento ao assinante e números avulsos: **0800 727 8999** | CH On-line: www.cienciahoje.org.br | chonline@cienciahoje.org.br
 No Rio de Janeiro: **21 2109-8999** | Para Anunciar TELFAX.: **11 3539-2000** | cienciasp@cienciahoje.org.br



Aliffer Fraltino Pereira Dias,
Carolina Teodoro Domingues,
Lays Mates da Silva, Kelly
Marina Werner e Luis Ricardo
Batista de Oliveira, alunos
da Escola Municipal Cotrisa
de Baús, Costa Rica (MS).

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE TER TRANSPORTE ESCOLAR.

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE SER UMA BOA ESCOLA.

Com o programa **Caminho da Escola**, o Ministério da Educação garante aos estados e municípios os recursos necessários para implantar soluções de transporte escolar para alunos da educação básica, nas zonas rurais e urbanas do país. Os recursos para a aquisição de ônibus, micro-ônibus, barcos e bicicletas podem ser repassados, diretamente ou por financiamento do BNDES, aos estados e municípios que aderirem formalmente ao programa, que é parte integrante do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). Com isso, estados e municípios assumem a tarefa de aplicar corretamente os recursos federais e de cumprir as metas estabelecidas para a educação pública brasileira. Até 2011, foram adquiridos mais de 17 mil novos ônibus e barcos, em 3.826 municípios. Para saber se o seu município já participa do programa Caminho da Escola, visite o site www.mec.gov.br/pde.

Conheça melhor este e os demais programas do PDE, desenvolvidos em parceria com estados e municípios.
Mais informações: www.mec.gov.br

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

30

2012, AFINAL, É O FIM DO MUNDO?

Uma inscrição maia vem sendo apontada como um aviso de que o mundo acabaria no final deste ano. Uma análise do sistema de calendários dessa antiga civilização, porém, mostra que essa interpretação é incorreta.

POR ALEXANDRE GUIDA NAVARRO

MUDANÇA DO CLIMA E GERAÇÃO DE ENERGIA

36

Entre outros efeitos, as alterações do clima podem reduzir as chuvas na Amazônia e com isso o fluxo de água nos rios. Em que medida possíveis mudanças do clima se refletiriam na geração de energia nas hidrelétricas brasileiras na região?

**POR ALEXANDRE KEMENES,
CARLOS A. C. DOS SANTOS E PRAKKI SATYAMURTY**

CANGAS: ILHAS DE FERRO ESTRATÉGICAS PARA A CONSERVAÇÃO

48

Formações que recobrem jazidas de ferro, as cangas abrigam espécies raras e áreas de grande interesse ambiental. Ecossistemas únicos e fortemente ameaçados, as áreas de cangas do país precisam de proteção.

**POR FLÁVIO F. DO CARMO, FELIPE F. DO CARMO,
IARA C. DE CAMPOS E CLAUDIA M. JACOBI**

HANSENÍASE: LIÇÕES E DESAFIOS

42

Embora já seja curável, a hanseníase ainda traz desafios para a ciência. Estudos recentes sobre o bacilo de Hansen têm revelado detalhes que poderão contribuir para a erradicação dessa antiga doença, ainda muito comum no Brasil.

**POR FLAVIO A. LARA, KATHERINE A. DE MATTOS,
LUCIANA S. RODRIGUES, MARIA A. DE M. MARQUES
E MARIA CRISTINA V. PESSOLANI**

RADIOATIVIDADE EXÓTICA: ORIGENS DE UMA FORMA RARA DE DESINTEGRAÇÃO DO NÚCLEO ATÔMICO

54

Acreditava-se que a radioatividade – emissão de radiação por elementos químicos instáveis – envolvia apenas componentes atômicos ou núcleos de hélio, mas existe uma forma diferente do fenômeno, descoberta no Brasil.

POR ODILON A. P. TAVARES



João Pedro Marques da Rocha, aluno da Escola Estadual de Ensino Médio Itália, Porto Alegre (RS).

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE TER UMA BIBLIOTECA.

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE SER UMA BOA ESCOLA.

Com o **Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE)**, o Ministério da Educação fornece obras de literatura e pesquisa, revistas e periódicos para que toda escola pública tenha uma biblioteca para os seus alunos. O programa atende de forma universal e gratuita, em todos os estados do país, às escolas públicas da educação básica cadastradas no Censo Escolar. Em 2011, mais de 67 mil escolas tiveram as suas bibliotecas enriquecidas com 10 milhões de obras literárias: um benefício que vem se somar aos 135 milhões de livros didáticos distribuídos anualmente em todo o Brasil pelo **Programa Nacional do Livro Didático**, que também integra o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). Saiba mais sobre os programas do Ministério da Educação no seu município. Visite o site www.mec.gov.br/pde.

Conheça melhor este e os demais programas do PDE, desenvolvidos em parceria com estados e municípios.
Mais informações: www.mec.gov.br

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



8 **ch on-line**

10 **a propósito** | NADA DE NOVO SOB O SOL | Medicina busca métodos antigos, como a fitoterapia e o uso de sanguessugas

12 **o leitor pergunta** | Por que a ingestão de certos alimentos, como o aipim, causa gases intestinais? Como evitar isso? | A radiação emitida por elementos presentes em areias monazíticas pode ser prejudicial à saúde? | Como é calculada a sensação térmica? | As direções cardeais são válidas quando se está na Terra, mas fora dela esse sistema de orientação perde o sentido. Como, então, se orientam as naves que realizam viagens espaciais?

16 **entrevista** | YUAN TSEH LEE | UM QUÍMICO IDEALISTA | Taiwanês premiado com o Nobel defende retorno a uma cultura menos consumista

20 **mundo de ciência**

59 **cidade inteira** | O DESAFIO DO DESENHO | País precisa estruturar políticas para o desenvolvimento de suas cidades

em dia

60 **O MAIOR DO MUNDO SOB AMEAÇA** | Recém-mapeado, banco de rodolitos de Abrolhos já interessa à indústria

62 **AUTISMO: MAIS PERTO DA CURA** | Desordens autistas podem envolver outras células cerebrais, além dos neurônios

64 **BARROCO VIRTUAL** | Esculturas dos profetas, de Aleijadinho, são preservadas em formato digital

67 **AÇÁI NA CABEÇA** | Material obtido do fruto poderá ser usado em próteses que substituem ossos

68 **DUPLA LÍDER** | Congresso de tecnologia dos oceanos debate petróleo do pré-sal e energias renováveis do mar

70 **TRATAMENTO DE APOIO** | Estudo quantifica benefícios do uso da bengala para portadores de artrose

73 **futuro cientista**

74 **ensaio** | REDUNDÂNCIA FUNCIONAL: O EXCESSO INDISPENSÁVEL | Ter espécies com funções idênticas torna ecossistemas mais estáveis

77 **exatamente** | À PROCURA DE PARTÍCULAS | Observações recentes de componentes básicos da natureza ajudam a entender o universo

78 **polêmica** | INTERNAÇÃO INVOLUNTÁRIA: IMPLICAÇÕES ÉTICAS, CLÍNICAS E LEGAIS | Tratamento coercitivo para dependentes de drogas fere princípios éticos
INTERNAÇÃO INVOLUNTÁRIA: PRIORIDADE É DIREITO INTEGRAL À SAÚDE | Aplicação correta da legislação pode assegurar os direitos dos pacientes

81 **linha do tempo** | OS SENTIDOS DE OUTRORA | Audição era vista como mais importante sentido humano no passado

82 **memória** | OBSTÁCULO AO DOMÍNIO DO MAL | Primeiro hospital de tratamento de câncer no Brasil surgiu há 90 anos

84 **resenha** | AS OUTRAS FACES DE UM FÍSICO CLÁSSICO | Resenha do livro *Física, mecânica e filosofia: O legado de Hertz*, de Antonio A. Passos Videira e Ricardo L. Coelho

86 **cartas**

87 **qual o problema** | PERDEU! | Como a matemática permite avaliar as soluções de alguns dilemas humanos

88 **sobre humanos** | ANALFABETISMO UNIVERSITÁRIO? | Índice de analfabetismo funcional aumentou no Brasil nos últimos 10 anos



Professora Marcella de Souza Gomes, com os alunos Thiago Sena de Brito, Paula Milene Saboya de Menezes e Karen Utrini Velloso, da Escola Ginásio Carioca Coelho Neto, Rio de Janeiro (RJ).

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE TER EQUIPAMENTOS DIGITAIS

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE SER UMA BOA ESCOLA.

Com o **ProInfo**, o Ministério da Educação incentiva estados e municípios a avançar no uso pedagógico da informática. O programa leva às escolas equipamentos, conteúdos educacionais digitais e formação continuada para professores e gestores. Até 2011, o ProInfo adquiriu mais de 125 mil laboratórios de informática. Para ampliar esta ação, este ano serão entregues mais de 600 mil tablets para professores do ensino médio, facilitando o acesso ao Portal do Professor, ao portal Domínio Público, entre outros ambientes do conhecimento. Para saber se o seu município já participa do ProInfo e dos demais programas de educação digital, visite o site www.mec.gov.br/pde.

Conheça melhor este e os demais programas do PDE, desenvolvidos em parceria com estados e municípios.
Mais informações: www.mec.gov.br

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

INSTITUTO CH

RESENHA

NOTÍCIAS

GALERIA

VÍDEO



MONTAGEM MARCELO BARÇA

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA > 'O INSTITUTO' ABRE SUAS PORTAS

Para marcar o aniversário de 30 anos do ICH, a *CH On-line* lançou uma nova área, que passa a reunir todas as informações sobre o Instituto: novidades, eventos, materiais históricos e informações sobre suas parcerias, prêmios e publicações.

> <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch>

ALÔ, PROFESSOR > <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor>

EDUCAÇÃO > Outras vias do aprendizado

Há várias formas de aprender e ensinar, e não apenas aquela propalada nos colégios e universidades. Em texto produzido especialmente para o 'Alô, professor', a bióloga e professora Vera Rita da Costa abre o leque de opções ao educador.

COLUNAS > <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas>

PALAVREADO > Questão de gênero

Na década de 1970, o linguista canadense John Martin, que trabalhou no Brasil, pôs em questão a dicotomia entre masculino e feminino no português. Em sua coluna, Sírio Possenti apresenta essa ideia ousada e instigante.

SOBRECULTURA ON-LINE > <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/sobrecultura>

LITERATURA > Amou-o

Leitura pública feita por José Luís Peixoto de seu livro *Morreste-me* foi um dos momentos mais emocionantes da Festa Literária Internacional de Paraty (Flip). A obra, uma declaração de amor ao pai do escritor, ainda é inédita no Brasil, mas sua apresentação pode ser ouvida na íntegra na *CH On-line*.



FOTO THIAGO CAMILO



> **PODCAST:** <http://cienciahoje.uol.com.br/podcasts>

CIÊNCIA HOJE, ONTEM E AMANHÃ > A revista *Ciência Hoje*, publicação pioneira na divulgação científica no Brasil, completou 30 anos em julho. No *Estúdio CH*, um de seus fundadores, o neurocientista Roberto Lent, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, fala sobre o início desse projeto.

VACINA NOBRE > O primeiro imunizante contra esquistossomose é brasileiro e já foi aprovado em testes clínicos iniciais. No *Estúdio CH*, Miriam Tandler, médica infectologista da Fiocruz e coordenadora do projeto, fala sobre a pesquisa e as próximas etapas de avaliação da substância.

e muito mais >>>

Acompanhe a *CH On-line* também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us



Iury Rosa Mapurunga,
Andressa Silva Firmino,
Jaime Paiva da Frota e Ana
Letícia Costa Miranda, alunos
da Escola Municipal de Ensino
Fundamental de Oiticicas,
Viçosa do Ceará (CE).

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE TER QUADRAS ESPORTIVAS

**TODA ESCOLA
PÚBLICA
PODE SER UMA
BOA ESCOLA.**

O Ministério da Educação apoia estados e municípios na **construção e melhoria de quadras poliesportivas** nas escolas públicas da rede de educação básica. Em 2011, o ministério aprovou propostas de financiamento para a construção de 1.564 quadras em 818 municípios. Até 2014, a meta é construir mais de 6 mil quadras cobertas e realizar a cobertura de outras 4 mil quadras. Para ter acesso, as escolas precisam declarar no Censo Escolar se possuem ou não quadras poliesportivas. Para saber se o seu município já está recebendo estes recursos, visite o site www.mec.gov.br/pde.

Conheça melhor este e os demais programas do PDE,
desenvolvidos em parceria com estados e municípios.
Mais informações: www.mec.gov.br

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

NADA DE NOVO SOB O SOL

A fitoterapia, ou o uso de produtos vegetais para fins medicinais, parece ter uma origem bem antiga. Nossos ancestrais possivelmente adotaram essa maneira de automedicação ao observar animais – chimpanzés, por exemplo – que ingerem certas plantas quando afetados por infecções parasitárias. É provável que esse hábito tenha sido adotado empiricamente em algum momento e depois transmitido às gerações seguintes, assim como os primatas ensinam aos filhotes o uso de ferramentas ou como os felinos e outros predadores treinam os seus nas artes da caça e da pesca.

A partir daí, a fitoterapia se difundiu e se fixou em certas regiões do planeta. A milenar medicina da Ásia, que floresceu principalmente na China, se apoia fortemente na fitoterapia. Mas, apesar da longa história, que inclui sucessos indiscutíveis como o uso de anti-inflamatórios baseados no ácido salicílico (aspirina) e a artemisinina para tratar a malária, a fitoterapia encontrou resistência no Ocidente. Até recentemente, a menção da medicina asiática tradicional e a fitoterapia suscitavam ceticismo no meio acadêmico do Primeiro Mundo, provocado pela conotação mística dessa prática.

A fitoterapia também sofreu – e sofre – porque seu uso frequentemente passa ao largo de normas científicas rigorosas, o que a relegaria ao plano da pseudociência. Em muitos casos, não são conhecidos os princípios ativos das preparações. Estas podem conter centenas de produtos, o que dificulta a identificação do mecanismo farmacológico e o controle de qualidade, uma vez que raramente as formulações prescritas são iguais. Curiosamente, a análise de extratos de ervas – o *ginseng*, por exemplo – revelou que muitos dos componentes não são absorvidos pela mucosa intestinal. Isso levou os pesquisadores a concluir que o efeito medicinal desses produtos e daqueles extraídos de muitas outras plantas requer a intermediação das bactérias que vivem em nosso sistema digestório.

Incidentalmente, esse é o tema de três artigos, publicados na revista científica *Nature*

(14/06/2012), que abordam vários aspectos do chamado microbioma humano. Além de destacar a ocorrência de milhares de espécies de bactérias no mesmo indivíduo, o conteúdo conjunto dos artigos sugere que as diferenças entre os microbiomas das pessoas determinam não apenas quão saudáveis elas são, mas também explicam a variada eficácia obtida na fitoterapia. Apesar dessa inconstância, a fitoterapia volta agora com vigor. Periódicos de prestígio na área do estudo do câncer trazem uma vasta lista de relatos mostrando que, cada vez mais, os fitoterápicos são usados como coadjuvantes, juntamente com os potentes ‘venenos’ que costumeiramente são ministrados.

É o caso do resveratrol, presente na uva, e de outros, como curcumina e capsaicina (na pimenta), epigallocatechingalato (no chá verde) ou alguns presentes na dieta comum, como ácido ascórbico (vitamina C, em frutas cítricas), licopeno (em tomates) e glutathione (no abacate e na melancia). Se forem consagrados, depois de extensos ensaios clínicos, certos fitoterápicos teriam ainda a vantagem de atuar preventivamente quando consumidos de modo regular.

Além da fitoterapia, a medicina moderna vem retomando a prática antiga de usar sanguessugas para auxiliar a recuperação das áreas afetadas em cirurgias (em especial cirurgias plásticas), já que os anticoagulantes presentes na saliva do animal evitam a oclusão dos vasos sanguíneos. Pacientes com artrite óssea também são beneficiados pelas propriedades anti-inflamatórias dessa saliva. Aliás, o uso científico das sanguessugas transcendeu a área médica. Recentemente, foram utilizadas como sondas para investigar certos nichos ecológicos. O DNA presente no sangue recuperado de sanguessugas é preservado mesmo após vários meses e pode revelar que animais lhes serviram de alimento. Esses vermes, portanto, podem atuar como sondas para a prospecção da biodiversidade, e quem sabe podem até desmentir a extinção de determinadas espécies. **GH**

As diferenças entre os microbiomas das pessoas determinam não apenas quão saudáveis elas são, mas também explicam a variada eficácia obtida na fitoterapia

FRANKLIN RUMJANEK

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
franklin@bioqmed.ufrj.br



Kaio Vinícios de Souza e a turma da professora Luana de Lima Cavalcanti, da Escola Municipal Dona Brites de Albuquerque, Olinda (PE).

TODA ESCOLA PÚBLICA PODE TER EDUCAÇÃO EM TEMPO INTEGRAL

**TODA ESCOLA
PÚBLICA
PODE SER UMA
BOA ESCOLA.**

Com o programa **Mais Educação**, o Ministério da Educação apoia estados e municípios na ampliação da jornada escolar e organização curricular, com vistas à implantação do ensino em tempo integral, uma meta definida no Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE). Priorizam-se escolas estaduais e municipais com baixo índice de desempenho no Ideb ou localizadas em áreas de vulnerabilidade social. Elas devem realizar atividades de acompanhamento pedagógico e podem optar por desenvolver atividades nos campos de esporte e lazer, cultura e artes, educação ambiental, promoção da saúde, educação econômica, entre outros. Com recursos depositados diretamente na conta de cada escola, o ministério beneficiou, em 2011, 3 milhões de alunos em mais de 15 mil escolas. Em 2012, foi superada a meta estipulada de 30 mil escolas. Para saber se o seu município já participa do programa Mais Educação, visite o site www.mec.gov.br/pde.

Conheça melhor este e os demais programas do PDE, desenvolvidos em parceria com estados e municípios.
Mais informações: www.mec.gov.br

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

LUIZ BATISTA, FLORIANÓPOLIS

Por que a ingestão de certos alimentos, como o aipim, causa gases intestinais? Como evitar isso?



FREDERICO PRADO ABREU, BELO HORIZONTE/MG

A radiação emitida por elementos presentes em areias monazíticas pode ser prejudicial à saúde?

AS AREIAS MONAZÍTICAS, DENSAS, ESCURAS e encontradas em diferentes pontos do litoral brasileiro, contêm maiores níveis de urânio e tório do que outros minerais. Esses dois elementos, naturalmente radioativos, são os precursores das chamadas séries ou famílias radioativas naturais: ao se transmutarem, dão origem a outros elementos, também radioativos, que repetem o processo, perdendo o excesso de massa e energia que os tornava instáveis, até chegarem ao chumbo-207, não radioativo.

Em certos pontos de praias de areia monazítica, os níveis de radioatividade ambiental podem ser até cerca de 50 vezes mais elevados do que a média da região ou do país. No entanto, os estudos epidemiológicos com populações que vivem em regiões de alta radioatividade natural no Brasil ou em outros países não observaram diferenças estatisticamente significativas na morbidade ou mortalidade.

Na falta de evidências claras sobre os efeitos dos níveis naturais e baixos de radioatividade na saúde humana, as normas de proteção radiológica optaram pela prudência, assumindo que qualquer exposição à radiação tem um risco associado e que a exposição deve ser mantida tão baixa quanto possível. Essas normas, no entanto, só se aplicam a exposições resultantes de aplicações médicas e industriais das radiações ionizantes, obtidas com o uso de radioisótopos artificiais.

Não há regulamentação para a exposição à radioatividade natural, com exceção de alguns casos, como a exposição ao radônio-222 em residências e prédios públicos em países frios, onde a redução da ventilação para conservação de calor pode promover o acúmulo desse gás radioativo natural.

Jean Remy Guimarães

INSTITUTO DE BIOFÍSICA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

FOTO ANDRÉ SZALEPINSKI/IMAGENS

OS GASES INTESTINAIS (METANO, GÁS CARBÔNICO E HIDROGÊNIO, POR EXEMPLO) são produzidos por bactérias presentes normalmente em nosso intestino. As bactérias, por meio do processo de fermentação, utilizam como fonte de energia alguns compostos alimentares que não são digeridos pelas enzimas intestinais. Entre esses compostos, estão algumas fibras e um tipo diferente de carboidrato, chamado de amido resistente. Os gases são subprodutos do processo fermentativo bacteriano.

Alguns alimentos apresentam quantidades maiores de compostos que não

são digeridos e, portanto, são mais propensos a causarem desconfortos abdominais e flatulência. Entre esses alimentos estão os feijões, lentilha, passas, brócolis, banana verde, repolho e couve-flor. O aipim também contém certo teor de amido resistente.

Para diminuir esses efeitos, deve-se evitar ingerir grande quantidade desses alimentos em uma mesma refeição. Algumas pessoas relatam que deixar o feijão de molho e trocar a água antes de cozinhá-lo ajuda a reduzir a produção de gases, pois alguns desses compostos são solúveis em água.

É muito importante ressaltar, contudo, que os compostos mencionados apresentam efeitos benéficos à nossa saúde justamente pelo fato de não serem digeridos. Esses efeitos estão relacionados ao melhor controle da glicemia e controle de peso. Portanto, a ingestão de aipim e feijões é um hábito muito saudável. A questão central está em buscar uma diversidade dos alimentos e não exagerar nas quantidades.

Tatiana El-Bacha

INSTITUTO DE BIOQUÍMICA MÉDICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

LÚCIO VIEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Como é calculada a sensação térmica?

A SENSÇÃO TÉRMICA É UM ÍNDICE QUE INDICA O FRIO que sentimos na própria pele e é determinado em função da temperatura ambiente (aquela medida pelo termômetro) e da velocidade do vento. Normalmente, nosso corpo irradia calor e gera uma espécie de camada protetora para manter a temperatura em torno dos 37°C. Contudo, nas ocasiões em que a temperatura externa é baixa e a velocidade do vento é elevada, essa capacidade de irradiar calor fica comprometida e, como consequência, sentimos mais frio. Quanto mais baixa a temperatura ambiente e maior a velocidade do vento, maior a diferença entre a temperatura real e a sensação que se tem dela.

A sensação térmica, ao contrário do que muitos pensam, só é calculada para temperaturas inferiores a 20°C, pois, acima desse valor, a sensação térmica e a temperatura diferem muito pouco. Em outras palavras, mesmo com ventos fortes, o corpo humano não sente a diferença de temperatura em relação ao ambiente a mais de 20°C.

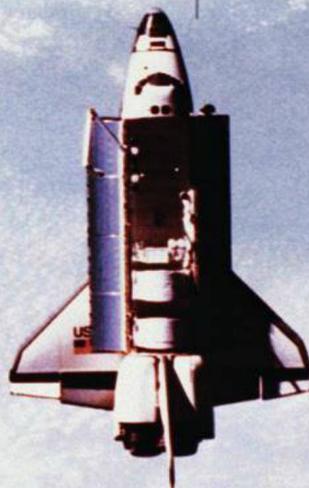
O cálculo matemático que determina os valores da sensação térmica é complexo e é feito por meio de uma fórmula chamada Windchill, que leva em conta os fatores já mencionados – temperatura do ar e velocidade do vento. Mas, para facilitar, existe uma tabela com os valores já calculados para a sensação térmica sob cada condição de vento e temperatura registrada pelos termômetros meteorológicos. Para se ter uma ideia, com ventos de 7 km/h e temperatura ambiente de -6°C, a sensação térmica é de -7°C. Já com ventos de 50 km/h, a sensação térmica passa para -27°C!

Marcelo Seluchi

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO
E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN)

ADILSON SANTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

As direções cardeais são válidas quando se está na Terra, mas fora dela esse sistema de orientação perde o sentido. Como, então, se orientam as naves que realizam viagens espaciais?



PHOTONRESEARCHERS/PHOTONRESEARCHERS/LATIINSTOCK

UMA NAVE ESPACIAL REALMENTE NÃO PODE USAR os pontos cardeais – Leste, Oeste, Norte, Sul – como orientação no espaço, uma vez que esses conceitos se aplicam apenas na Terra. Sendo assim, ela precisa recorrer a outros mecanismos para orientação. Existem diversos, todos baseados em algum tipo de sensor – isto é, em instrumentos que efetuam medidas.

O sensor solar é um dos mais comuns. Ele determina a direção do Sol em relação à espaçonave e, com base nisso, ela pode se orientar. A complexidade desse sensor depende dos requisitos de precisão da missão, podendo ir desde uma simples célula solar até mecanismos ópticos de alta precisão.

A Lua e a própria Terra também podem servir como pontos de orientação no espaço. Há sensores capazes de indicar a posição desses astros, e as informações por eles coletadas também podem orientar a nave.

Um sistema mais sensível é baseado na posição das estrelas. São sensores que as detectam e identificam certo número delas no céu, tornando assim

possível a localização da nave espacial. Quanto maior o número de estrelas consideradas, mais preciso será o posicionamento. A tecnologia envolvida nesse sensor é bem mais complexa, uma vez que a luminosidade das estrelas é bem menor que a dos demais astros.

Existem também sistemas que não estão baseados na observação de astros, como, por exemplo, o giroscópio. É um aparelho que utiliza princípios de inércia para medir a rotação que um corpo sofre no espaço. Os mais comuns são baseados em uma massa em rotação – medindo as rotações, é possível saber como a nave muda sua orientação no espaço. Nessa classe de sensores existem também os magnetômetros, que são aparelhos que medem o campo magnético. Com base nessa medida, e conhecendo um mapa de como esse campo varia, é possível saber a orientação da espaçonave.

Antonio Bertachini de Almeida Prado

DIVISÃO DE MECÂNICA ESPACIAL E CONTROLE,
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CARTAS PARA A REDAÇÃO | Av. Venceslau Brás, 71 fundos | casa 27 | CEP 22290-140 | Rio de Janeiro | RJ
CORREIO ELETRÔNICO | cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARAPICUÍBA (SP) REALIZA 1ª JORNADA DA CULTURA INCLUSIVA 2012

A Prefeitura do Município de Carapicuíba preocupada com a inclusão social e educacional de todos os munícipes tem desenvolvido ações visando à garantia dos direitos da população aos serviços de atendimento básico.

Nessa perspectiva foi realizada a 1ª Jornada da Cultura Inclusiva 2012 que envolveu setores importantes da Sociedade Civil organizada (Movimentos populares, entidades ligadas às questões de inclusão social e entidades religiosas, assim como outras filosofias de vida) e o poder público municipal (Secretaria da Educação e Secretaria da Saúde e Medicina Preventiva). O objetivo foi estimular mudanças na cultura da sociedade e fortalecer a inclusão social das pessoas com deficiência. Realizada entre os dias 12 a 16 de junho de 2012, o evento abordou de diferentes formas as múltiplas perspectivas sobre a questão: a Secretaria da Saúde e Medicina Preventiva (12 e 13/06) apresentou nos Seminários palestras sobre temas como “Olhar Humanizado para a Diferença” e “Violência e a Sociedade”, além de Rodas de Conversa e Oficinas Temáticas.

A Secretaria da Educação realizou o 2º Fórum da Educação na Perspectiva Inclusiva (14 e 15/06) com palestras de Steve Dobner “Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez” e “Políticas Públicas na perspectiva inclusiva” com o professor J.L. Goldfarb (PUC/SP). As especificidades das deficiências foram discutidas nos Painéis Temáticos, como a Visual, Auditiva, Intelectual, Tecnologia Assistiva (recursos de comunicação alternativa), TGD, Altas Habilidades, Violência e Estimulação precoce. Os trabalhos dos professores da Rede Municipal de Carapicuíba foram apresentados em forma de Pôster. Além disso, a Mesa de debate abordou



Participantes do 2º Fórum da Educação

o tema polêmico sobre “Currículos, Práticas Pedagógicas e Avaliação”, com as professoras Sandra Paula da Silva Batista e Ester Asevedo, especialistas em educação especial.

No dia 16/06, o Movimento das Pessoas com Deficiência realizou o 3º Simpósio da Jornada da Cultura Inclusiva com a palestra de Tuca Munhoz sobre “Políticas Públicas na Perspectiva Inclusiva”. Na plenária foram apresentadas as ações inclusivas realizadas pelas secretarias municipais de Carapicuíba e a síntese das atividades da semana. Os encaminhamentos constituirão as diretrizes das políticas públicas para pessoas com deficiência em Carapicuíba como a implantação de um Centro de Atendimento Educacional Especializado, cursos para todos os segmentos (pais, professores, funcionários), pesquisas sobre estratégias inovadoras para atendimento às necessidades específicas dos alunos e equipes de apoio (agentes de inclusão).

UM QUÍMICO IDEALISTA

YUAN TSEH LEE

FOTO DIVULGAÇÃO/ICSU



Embora seu nome do meio signifique ‘filosofia’, ele optou por seguir carreira em química. Acertou na mosca. Relevantes contribuições na área lhe valeram, em 1986, nada menos que um prêmio Nobel – por trabalhos que exploravam, de forma pioneira, a dinâmica de processos químicos elementares, com resultados que abriram caminho para importantes avanços no entendimento do universo molecular.

Mas engana-se quem espera de Yuan Tseh Lee apenas conversas herméticas, abstratas ou técnicas. Na verdade, esse taiwanês de humor jovial tem, nos últimos tempos, deixado de lado a frieza dos números e a impessoalidade dos laboratórios. Agora, o que o preocupa mesmo são os desafios políticos, sociais e ambientais. Desapontado com a falácia desenvolvimentista que acomete as sociedades contemporâneas, Lee não economiza críticas ao modelo econômico que reverencia o consumismo acima de tudo. “A sociedade é organizada de forma tão ineficiente que precisamos de uma convenção para afirmar que somos desenvolvidos”, afirma. Para ele, a civilização do petróleo tem muito a aprender com o saber ancestral. “Uma cultura de paz, humildade e simplicidade: é o conhecimento que devemos resgatar de nossos antepassados”, diz, em seu melhor espírito oriental.

Hoje ele preside o Conselho Internacional de Ciência (ICSU), organização que congrega entidades científicas de mais de 140 países. Em junho, esteve no Rio de Janeiro – para participar de um fórum de sua instituição e tomar parte nas discussões da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. *Ciência Hoje* aproveitou para registrar nas próximas páginas o que pensa esse convicto idealista, que divide aqui suas reflexões acerca dos caminhos e descaminhos de nossa trajetória política, social e ambiental.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

MESMO EM NEGOCIAÇÕES COMO AS DA RIO+20, SÃO DISPUTAS COMERCIAIS QUE ACABAM PREVALECENDO. PENSO QUE NÓS, DA COMUNIDADE CIENTÍFICA, PRECISAMOS ENFATIZAR A IMPORTÂNCIA DE IRMOS ALÉM DESSA NOÇÃO ULTRAPASSADA DE ESTADOS OU NAÇÕES

Como tem sido o diálogo entre a comunidade científica e os tomadores de decisão da esfera política? Depende do país. Eu diria que, em geral, o problema não é o diálogo entre cientistas e políticos; mas sim entre políticos e políticos. É comum ouvirmos por aí que os tomadores de decisão não entendem nada de ciência, mas isso não é exatamente verdade. Eles até compreendem e se sensibilizam com as causas levantadas pelos cientistas – e, por isso, sabem o que é preciso fazer. Acontece que, normalmente, a cada quatro anos, eles passam por processos eleitorais, e, portanto, são acometidos por uma visão de mundo que costuma considerar somente o curto prazo. Sem mencionar, é claro, os interesses do *'big money'*. Seu país é uma democracia? Em princípio, o poder emana do povo. Mas lembre-se de que é o grande capital que controla a política, influenciando tremendamente a mídia e a população. É importante que nós, da comunidade científica, estejamos sempre alertas em relação a isso.

Depois que voltou a Taiwan, já laureado com o Nobel de Química, o senhor se tornou influente no cenário político asiático. Como foi a experiência de ser uma liderança da comunidade científica atuando na esfera política? Foi curioso: fui nomeado pelo governo de Taiwan para participar de algumas reuniões internacionais. Certa vez fui ao México para um encontro de líderes mundiais, e achei engraçado como todos olhavam para mim com aquele ar de admiração: “Nossa, um laureado” [risos]. Falávamos sobre agricultura. Imaginei que poderia contribuir com alternativas viáveis conhecidas pela ciência, políticas agrárias eficientes e tudo mais. Mas não. O tom dos diálogos era, na verdade, pautado pela abertura de novos mercados, especialmente na Ásia. Então entendi que não eram os interesses comuns da humanidade que estavam em jogo; mas sim os interesses nacionais de cada Estado, dentro da típica visão de curto prazo que caracteriza essas discussões. É claro que, paralelamente, os líderes conversavam sobre as próximas eleições.

Qual é sua avaliação sobre os resultados da Rio+20? Como esperado, não há nenhum acordo vinculante [com força de lei]. Mas eu vim para o Brasil sem nenhuma expectativa a respeito. Fico triste quando vejo o documento oficial assinado na conferência: são centenas de itens, e

praticamente todos se limitam a dizer algo como “concordamos com isso”, “concordamos com aquilo”. No fundo, por trás do acordo está a ideia de que as nações são, na verdade, como concorrentes comerciais, competidoras entre si no contexto da economia global. Abrir mercados, importar e exportar mercadorias... Mesmo em negociações como as da Rio+20, são disputas comerciais que acabam prevalecendo. Penso que nós, da comunidade científica, precisamos enfatizar a importância de irmos além dessa noção ultrapassada de Estados ou nações.

Estamos muito distantes de evoluir rumo a um maior equilíbrio entre sociedade e natureza? Não sei. Mas se almejamos esse equilíbrio, devemos olhar para o passado. Em tempos não tão distantes, nossos ancestrais dependiam inteiramente do Sol; e a biosfera os provia com tudo de que precisavam – e ainda reciclava os dejetos e restos. Era assim há 250 anos. Após a Revolução Industrial, entretanto, passamos a depender dos combustíveis fósseis – e não mais do Sol. Mesmo nossa agricultura, hoje, depende de fertilizantes à base de combustíveis fósseis. Em um pedaço de pão, 30% vêm do petróleo. Precisamos reestabelecer uma relação íntima entre a humanidade, a biosfera e o poder do Sol. Como cientista, digo que, se as pessoas não aprenderem a viver juntas – e não estou falando em países, nações, mas sim na humanidade como um todo –, não haverá prosperidade.

O senhor é, sabidamente, um incorrigível idealista, certo? Sim, sempre fui. Agora já estou velho [risos], mas ainda sou um idealista. Nasci em tempos de guerra, e, quando cursava os primeiros anos do ensino básico, as aulas foram suspensas – todos os dias, minha cidade era alvo de bombardeios norte-americanos. Eu, minha família e quase toda a comunidade fugimos para as montanhas, e vivemos de certa forma isolados durante um ano e meio. Sem eletricidade, sem quase nada. Dependíamos apenas dos raios do Sol, que nos dava a energia necessária para os cultivos e para sustentar nossas vidas. Trabalhávamos como camponeses, plantando nosso próprio alimento, e aos poucos fui entendendo que toda a sobrevivência depende da natureza. Naquele período fui extremamente feliz. Lá no alto, a vida era rica; o ambiente que nos cercava era rico. Ouvíamos o canto dos pássaros, vivíamos em

>>>

PRECISAMOS VIVER EM PEQUENAS OU MÉDIAS VILAS, E É ESSENCIAL BASEARMOS NOSSOS CULTIVOS EM PRINCÍPIOS DA AGRICULTURA ORGÂNICA (SEM DEPENDÊNCIA DE FERTILIZANTES QUÍMICOS)

paz com a floresta – eram belos tempos. Hoje digo aos jovens que, quando mais novo, eu era muito rico [risos], pois me sentia conectado à natureza. Atualmente as crianças, especialmente as de famílias abastadas, vivem confinadas em apartamentos, entre paredes de concreto. Isso é muito pobre! Enfim, a guerra acabara, e vi a sociedade mudar muito rapidamente; o mundo estava em transformação. Fiquei sensibilizado com tudo isso e sempre me indagava: “Será que não podemos construir uma sociedade justa e equilibrada?” O típico idealista.

O senhor sempre foi um simpatizante das causas socioambientais. Alguma o preocupa em especial? Vejo como cada vez mais necessária uma aproximação entre a comunidade científica e as Nações Unidas. Até 2050, estima-se que a população chegue a nove ou 10 bilhões de pessoas. Diz-se, conseqüentemente, que a produção de alimentos precisa crescer 80%. Segundo muitos cientistas, é o grande desafio de nosso tempo. Mas o maior desafio é reduzir o consumismo, especialmente o de bens materiais! Além de controlar o crescimento populacional. Se isso não acontecer, dificilmente encontraremos uma solução.

Quais são suas críticas em relação aos dogmas do consumismo? É um contrassenso continuarmos desperdiçando tanta energia na produção de bens de consumo individual. Pela lógica da eficiência, deveríamos utilizar quantidades mínimas de matéria e energia. Mas todo ano – ou, melhor, a cada seis meses – é lançado um novo computador, um novo carro, um novo telefone, um novo tudo. Agora são os chamados *tablets* a nova ‘necessidade’ de consumo. Será que precisamos de tudo isso? Não.

E com a nova retórica da chamada ‘economia verde’, acha que esses questionamentos terão mais espaço? Acho que não. O mundo dos *business* é focado em fazer dinheiro. Ponto. É importante que tentemos mudar essa mentalidade dos setores industriais, convencê-los a desperdiçar menos energia e a reciclar mais. Mas isso requer política pública; e não competições de mercado.

Há opiniões segundo as quais a tecnologia nos salvará de uma possível crise socioambiental generalizada. O senhor concorda? Muitas pessoas acreditam nisso. Eu não. Na Ásia,

existem pequenos vilarejos em que as pessoas podem ir caminhando para onde quer que precisem. Em Los Angeles, se você não tiver um carro estará encrencado. “Como posso ir à aula sem um automóvel?”, certa vez me perguntou um estudante de lá. Pois é, precisa-se de um carro, de fato (para cada veículo, serão 100 kg de poluentes emitidos semanalmente). Mas para os afazeres diários, o mais sensato é que se tenha um sistema eficiente de transporte público. E, nas universidades, dormitórios para os estudantes. Isso não requer necessariamente uma revolução tecnológica; mas sim uma mudança social. É disso que precisamos.

Uma de suas preocupações atuais é a relação entre demografia e desenvolvimento. O que tem a dizer a respeito? Dizem que, até 2050, 80% da população viverá em cidades. Acho essa uma tendência errônea. A razão que leva as pessoas às cidades é a alta concentração de energia (industrialização, manufaturas e combustíveis fósseis), e o resultado é que a cidade acaba se tornando um lugar conveniente. Mas, se queremos uma sociedade mais equilibrada, teremos de voltar à noção de dependência da radiação solar. Devemos nos organizar com base num sistema de energia difusa, e é exatamente essa forma de energia que o Sol nos fornece. Precisamos viver em pequenas ou médias vilas, e é essencial basearmos nossos cultivos em princípios da agricultura orgânica (sem dependência de fertilizantes químicos).

Mas isso requer uma mudança profunda na tendência demográfica atual... Pois é. O ideal é que você se alimente de produtos cultivados num raio de menos de 30 km de sua casa. Devemos pensar em sistemas de integração entre diferentes vilas, para que sejam conectadas e funcionais. Quando jovem, eu ia ao cinema uma vez por semana. Os amigos se reuniam, e íamos todos juntos nos divertir. Hoje, cada um vê seu filme em seu celular, *tablet* ou coisas do tipo. E todos assistem aos mesmos filmes, em suas solidões. É tão deprimente isso, não? [Risos].

O que é desenvolvimento, em sua visão? Estamos presenciando uma contradição: dividimos países pela nomenclatura ‘desenvolvidos’ e ‘em desenvolvimento’. Mas não podemos sustentar esse raciocínio, pois o correto seria

EM UM PAÍS DITO 'DESENVOLVIDO' AS RUAS PERTENCIAM AOS CARROS? ME RECUSEI A ACREDITAR QUE AQUILO ERA DESENVOLVIMENTO. ERA CONVENIÊNCIA

nomear boa parte dos países 'desenvolvidos' como *over developed* [isto é, 'exageradamente desenvolvidos']. Muitos não gostam desse termo, mas o fato é que a humanidade consome 1,5 vez a quantidade de recursos que a Terra pode nos fornecer. Portanto somos, sim, desenvolvidos além da conta. O estilo de vida europeu, assim como o norte-americano, é 'exageradamente desenvolvido', e a maioria das nações almeja seguir esse modelo. Alguns representantes do governo brasileiro, me disseram que o país tenta seguir um caminho diferenciado. Tomara.

E, para muitos de sua geração, a América era o símbolo da prosperidade. Quando eu era jovem, em Taiwan, vivia de bicicleta para lá e para cá. Durante meu curso universitário, havia pouquíssimos carros na cidade. A rua pertencia às pessoas. Quando me mudei para os Estados Unidos, em 1962, quase morri no primeiro dia – por pouco não fui atropelado [risos]. Eu caminhava na rua, e um veículo em alta velocidade passou bem perto de mim e buzinou, e alguém berrou algo como “ei, vá para a calçada!”. Então meu irmão mais velho me disse: “Yuan, aqui as ruas pertencem aos carros, nós devemos andar na calçada”. Fiquei muito desapontado [risos]! Em um país dito 'desenvolvido' as ruas pertenciam aos carros? Me recusei a acreditar que aquilo era desenvolvimento. Era conveniência. A sociedade é organizada de uma maneira tão ineficiente que precisamos de uma convenção que nos permita afirmar que somos desenvolvidos.

Algum conselho para jovens pesquisadores? Que sejam cientistas com senso de responsabilidade social e ambiental. Encontrar a verdade e as leis da natureza – sempre considerando as derivações sociais do saber – deve ser o ideal de todo cientista. Dos veteranos também.

Como considerar isso diante da pressão exercida pela ditadura do 'publicar ou perecer'? Bem, esse é um problema. Mas, quando só olhamos para os números, fazemos ciência de má qualidade. Em muitos países valoriza-se o chamado 'fator de impacto'. Mas uma coisa é o 'fator de impacto'; outra é o 'impacto' [risos]. Quando a comunidade científica não tem meios para avaliar um membro, recorre a números como esse. Pelo menos na Universidade da Califórnia, em Berkeley, eles praticamente

nunca falam nessa bobeira quantitativa. Quando alguém faz algo interessante ou inovador, o reconhecimento independe do fator de impacto. Tornei-me professor da Universidade de Chicago com apenas dois trabalhos publicados [risos]. Pleiteando a vaga, vários pesquisadores submeteram longas propostas de pesquisa; eu escrevi uma simples carta explicando o que gostaria de estudar.

Como o senhor vê a relação entre ciências exatas e humanas? Quando nos referimos às exatas, estamos falando dos elementos que controlam o sistema. Buscamos entender como o mundo natural funciona. Átomos obedecem a leis conhecidas; mas seres humanos nem sempre. Cada um de nós é diferente, e por isso a sociedade é um sistema complexo. Há regras, no entanto, que as ciências sociais podem mapear. Quando lidamos com o problema energético ou com soluções de sustentabilidade ambiental, estamos em princípio no domínio das ciências exatas; mas, em essência, estamos lidando com um problema social. Portanto, devemos caminhar juntos.

Quais são suas impressões acerca da ciência e da educação no Brasil? Ainda não vi o bastante para poder avaliar. Mas já dei algumas palestras por aqui, há três anos, em São Paulo e percebi que os estudantes brasileiros são muito animados. Em Taiwan, eles ficam o tempo todo se preparando para exames; parecem, de certa forma, oprimidos pela responsabilidade de ter boas notas. Aqui, por outro lado, os estudantes aparentam ser bem mais, digamos, relaxados ou descontraídos (mas me fizeram algumas boas perguntas ao final das palestras). Tive uma impressão positiva. Não acredito que a escola deva pressionar os estudantes, forçando-os a aprender. O aluno deve se desenvolver por si mesmo, a seu tempo.

Que relevância teve, para suas reflexões científicas e sociais, o fato de o senhor ter sido laureado com um Nobel? Quando recebi o prêmio, em 1986, eu já tinha 50 anos. Passei a ter mais oportunidades para me engajar com afinco nas causas científicas, sociais e ambientais. E me convenci de que não temos o direito de perder a esperança. Temos a responsabilidade de fazer tudo o que for possível pelas futuras gerações, e pelas atuais. Sim, reafirmo que sou, definitivamente, um idealista. **CH**

DESTAQUE > FÍSICA > ESPERADA HÁ QUASE MEIO SÉCULO, PARTÍCULA DE DEUS É CAPTURADA NO CERN

Bóson de Higgs: a partícula das massas

Por que existimos?
Pergunta das mais penetrantes.
Respostas, certamente, diversas e complexas.

Mês passado, a ciência se pronunciou sobre esse tópico: a partícula que explica – em parte – a dúvida lançada acima se materializou na máquina mais complexa já construída, depois de viver fantasmagoricamente, por quase 50 anos, nas sinapses de físicos teóricos, em anotações sem nexos para 99,99% da humanidade e folhas de artigos igualmente ininteligíveis.

A esta altura, o(a) leitor(a) de *CH* – julgando-o(a) interessado(a) em temas científicos – já deve sofrer de superdosagem de bóson de Higgs, a descoberta (merecidamente) de maior exposição na mídia nas últimas décadas.

A franqueza obriga a dizer que essa entidade subatômica recebeu o que recebeu da mídia mundial por uma razão: ter sido (infelizmente) denominada partícula [de] Deus. *Partícula Deus* (sem o [de] aí ao lado) é o título do livro escrito pelo físico norte-americano Leon Lederman, ganhador do Nobel de 1988. A razão do epíteto é essa lasca de matéria desempenhar papel algo extraordinário: conferir a propriedade massa – voltaremos ao assunto – à grande parte de suas companheiras do diminuto universo subatômico.

O papel do bóson de Higgs – como passou a ser conhecido desde a década de 1970 – é indubitavelmente importante: afinal, ele, de certa forma, faz as coisas se materializarem ao nosso redor – certamente, quase um ato divino. Lederman, na verdade, queria que o livro se chamasse *Godamned Particle* (numa tradução rasteira e polida, ‘Partícula amaldiçoada’), mas admitiu o fato de que o editor não aceitaria esse título – claro, mais apropriado para refletir a natureza do bóson.

ANTISSOCIAIS VERSUS GREGÁRIOS Bóson é ainda termo estranho para você? Pois bem, as partículas na física basicamente se dividem em duas famílias, bem distintas entre si: férmions e bósons. As primeiras são bem antissociais; as outras, altamente gregárias. Vamos a analogia comumente usada por físicos. Imagine um hotel em que chegou uma família de férmions. Cada membro dela fará questão de ficar em quartos separados. E, se os quartos já estiverem ocupados, eles nunca se deitarão na mesma cama. Já os bósons fariam questão de ficar não só no mesmo quarto, mas também de dormir... na mesma cama.

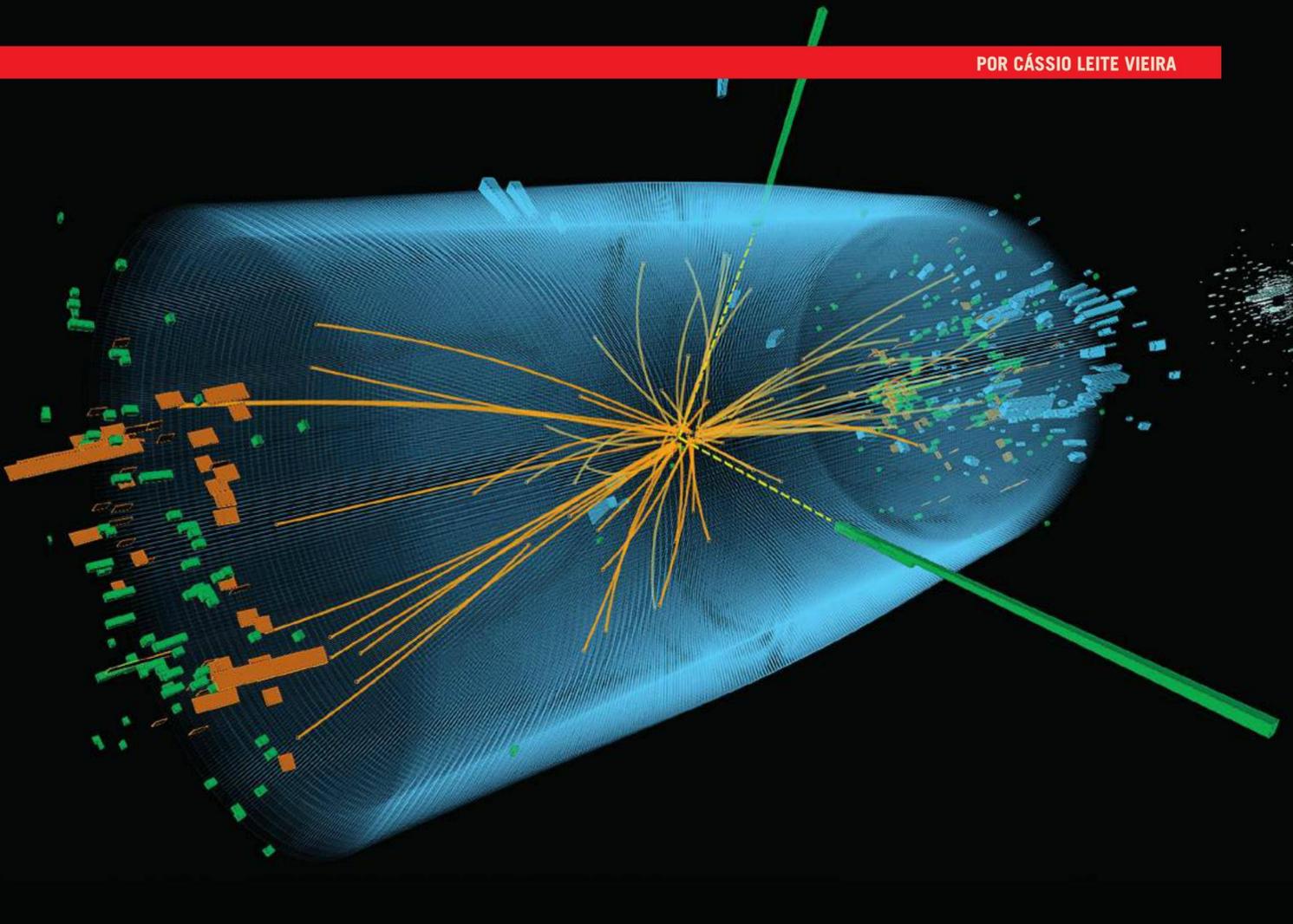
Essa necessidade de se amontoar é importante no papel do bóson de Higgs e explica por que eles dão massa a suas companheiras. Para entender esse mecanismo, apelemos para uma variação de analogia feita pelo físico David Miller, do Imperial College (Reino Unido), ainda na década de 1980, quando o Higgs era só uma esperança distante. Crie mentalmente o seguinte cenário: uma festa, em um grande salão, lotada de jornalistas à espera de uma celebridade. Quando esta chega, o pessoal da imprensa se acumula ao redor da personalidade, dificultando bastante o deslocamento dela pelo local. Pois bem, nesse teatrinho imaginário, os jornalistas são os bósons de Higgs; a celebridade é a partícula que acabou de ganhar massa. Uma celebridade medianamente famosa atrairia menos jornalistas; portanto, teria massa menor e se moveria com mais facilidade.

Os jornalistas espalhados pelo salão formam o que os físicos denominam campo de Higgs. E, quando eles se juntam em certo ponto para trocar informação, tornam-se um bóson. Ou seja, o bóson em si é criado pelo próprio campo, sendo, digamos, um acúmulo localizado de energia.

Mas há partículas sem massa, como as de luz (os fótons). Estas podem ser imaginadas como pequenos nacos de energia que se deslocam à velocidade da luz (300 mil km/s). Se paradas, desaparecem, não existem. Em nossa analogia, se um fóton atravessar nosso salão, ele não atrairá jornalista algum – podem ser imaginados como não celebridades.

Agora, estenda esse salão para todo o universo. Pronto, o bóson de Higgs está pronto para agir tanto nas galáxias quanto nesta revista (ou tela de computador) em que o(a) leitor(a) está lendo este texto. E, sim, também nas coisas que não vemos, como vírus, bactérias, o ar...

PERGUNTAS ‘SEM UTILIDADE’ Pergunta plausível: minha vida mudou ou mudará por causa do Higgs? A resposta é um sim rotundo. Mas não pelos motivos que talvez a maioria das pessoas possa imaginar. Se sua massa, leitor(a), aumentar ou diminuir, isso se deve muito provavelmente à sua dieta... Mas o que foi desenvolvido até hoje para detectar o Higgs e outras dezenas de partículas é o que importa aqui. Essa tecnologia trouxe riqueza e bem-estar para o planeta. Vejamos. A construção do LHC (Grande Colisor de Há-drons), o maior acelerador de partículas da atualidade e onde o



Higgs deu as caras, gerou conhecimento que hoje está em geladeiras, sistemas de refrigeração, TVs, carros, aviões, celulares, computadores, satélites, edifícios...

O mesmo pode ser dito de outros aceleradores já construídos no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (Cern), que fica na fronteira entre a França e a Suíça e onde está o LHC. Esse laboratório começou a funcionar ainda na década de 1950, com dinheiro de vários países. Por sinal, o Cern, apontam historiadores da ciência, está nas origens da... Comunidade Econômica Europeia, mostrando a importante intersecção entre ciência e (boa) política. Algo semelhante se aplica a outros grandes projetos científicos, como o Genoma Humano.

Por que algo tão grandioso como o LHC para ver coisa invisível? Porque o Higgs é muito massivo (ou, no popular, massudo), bem mais do que a média das partículas às quais ele confere essa propriedade. E isso requer energias altíssimas, concentradas em volumes nanométricos. O LHC tem que acelerar partículas a velocidades próximas à da luz e fazê-las bater de frente, na esperança de que, entre os estilhaços, surja algo que os teóricos já vislumbraram (caso do Higgs).

Diga, com sinceridade: quanto vale ter em nosso cotidiano a www? Há coisas que não têm preço, para usar o lugar-comum do comercial. As páginas da internet surgiram no Cern, simplesmente porque um físico britânico, Tim Berners-Lee, queria aprimorar a troca de informação com seus colegas de laboratório. Mas, se

os físicos tivessem se reunido para tentar inventar a www, talvez não conseguissem tal proeza – por sinal, a notícia sobre o bóson de Higgs chegou aos rincões mais afastados do planeta graças à internet.

Está aí grande lição: tecnologia que posteriormente vai nos gerar riqueza e bem-estar nasce de projetos de ciência básica, de perguntas ‘sem utilidade aparente’, feitas à natureza. O *laser* é um exemplo; o transistor é outro; o tomógrafo, o GPS... Todos decorrentes de pesquisa básica – espanta, portanto, que o programa de TV a cabo ‘Manhattan Connection’ tenha dito tanta bobagem ao comentar o Higgs e sua importância. “Foi a arrogância da ignorância”, resumiu um físico da área.

E O SOBRENOME? E que significa o sobrenome desse bóson? Higgs é justa homenagem feita, na década de 1970, a Peter Higgs, físico britânico que propôs a partícula em questão – e o nome caiu no gosto da comunidade. A invenção do bóson tem a ver com um constrangimento do chamado Modelo Padrão, que pode ser entendido como uma tabela com cerca de 15 partículas, divididas em famílias, segundo o que fazem e o que formam. O modelo – um resumo de quase dois mil anos de pensamento sobre a pergunta aparentemente simples ‘De que são feitas as coisas?’ –, no entanto, não tinha ferramental para dizer por que algumas partículas eram ‘cheinhas’ (*quark top*), outras ‘anoréxicas’ (neutrinos) e outras sem massa (fóton). Se os físicos sabiam



o ‘peso’ de cada um desses integrantes, era porque as capturavam e as punham na ‘balança’. O bóson, portanto, foi idealizado como o mecanismo para explicar como as partículas adquirem massa.

Higgs (a pessoa) sempre dividiu tal feito com colegas, pois, em meados da década de 1960, outros grupos também chegaram a conclusões semelhantes – mas tudo indica que foi Higgs quem teve a ousadia de idealizar e propor o bóson em si. Mas façamos aqui jus aos outros proponentes (afinal, esta é uma revista de caráter científico): a dupla Robert Brout (1928-2011) e François Englert, e o trio Gerald Guralnik, Carl Hagen e Tom Kibble.

Higgs estava no Cern, na solenidade em que o outro Higgs foi anunciado. Chorou.

Há altas chances de o Comitê Nobel se sensibilizar com a descoberta – e a repercussão dela deve ajudar. Mas, é preciso saber, aqueles nórdicos são julgadores de sangue frio. Então, não é bom depositar muita esperança. Mas a festa ficaria bacana se, daqui a alguns meses, o Higgs (a partícula) ganhasse. E melhor ainda se o Higgs (Peter) também. Mas adiantamos aqui que essa premiação será saia-justa: além dos vários teóricos, há também os dois grupos experimentais no Cern que fizeram a detecção. E, como sabemos, três pessoas, no máximo, levam a láurea, pelas regras do prêmio.

E se o bóson de Higgs não existisse? Os físicos teriam que quebrar a cabeça para criar nova teoria que desse conta das explicações acima. E havia quem achasse que esse não resultado seria uma das melhores coisas para a física.

MUITO ALÉM DO HIGGS Por fim, não se deve ficar com a impressão de que a física de partículas ou até mesmo as funções do LHC acabaram. A física naquele acelerador, com seus quatro detectores gigantes e complexos, é bem mais que o Higgs, que foi, digamos, a comissão de frente – mas ainda há muita escola por passar pelos jurados. Há em curso pesquisas bem mais importantes que o Higgs. Exemplos: i) há dimensões extras, além das três em que vivemos?; ii) existem as partículas que vão indicar que a teoria das coisas gigantes (relatividade geral) vai se juntar com a do extremamente pequeno (mecânica quântica)?; iii) será que poderemos explicar por que a natureza privilegiou a matéria em detrimento da antimatéria na criação do universo? iv) o LHC irá mostrar pelo menos indícios da ainda misteriosa natureza da chamada matéria escura, que responde por 25% do que recheia o universo?

Um pouco mais sobre o último item acima. Só conhecemos a natureza de 5% do estofado do universo, ou seja, aquele que forma de galáxias a vírus, incluindo nós mesmos. Outros 25% são chamados matéria escura, só detectada por sua ação gravitacional sobre a matéria ordinária (aqueles 5%). E, por fim, a questão talvez mais enigmática da ciência atual (equivalente a ‘Existe vida extraterrestre?’): os 70% que preenchem o universo são o quê? Não sabemos. Mas já demos nome para nossa ignorância: energia escura.

NEUROCIÊNCIAS

Pílula da memória?

Quando um colaborador desta seção tomou conhecimento dos resultados, logo lascou um resumo: “Quem sabe não sai daí a tão esperada pílula da memória!” Futurologias à parte, o fato é que a tal pílula já existe. Melhor: é segura. Melhor ainda: em gotas.

Ato 1: a equipe de Freda Miller, da Universidade de Toronto (Canadá), descobre que certo mecanismo – com o nome nada amigável PKC-CBP – é fundamental para dizer às células-tronco neurais onde e quando se transformarão em neurônios maduros.

Ato 2: estudos anteriores mostraram que mecanismo semelhante é importante na ação da metformina (droga oral usada no tratamento do diabetes) sobre as células do fígado.

Miller e equipe, então, tiveram a ideia de reunir ato 1 com ato 2 – ou, no popular, juntar ‘crém com lé’ – e se perguntaram: será que a metformina não incentivaria a maturação de neurônios, promovendo um tipo de lanternagem (em outros estados brasileiros, funilaria) cerebral?

Feitos os experimentos, o resultado foi bem promissor: roedores que a tomavam apresentavam novos neurônios. Melhor: aprendiam tarefas relacionadas à memória espacial com mais facilidade, quando comparados àqueles que não ingeriam o medicamento. A ação da droga em células humanas em cultura também foi promissora.

Pergunta que talvez tenha vindo à cabeça do leitor: e quem toma a metformina para o diabetes? Esses pacientes teriam esses benefícios, ou seja, novos neurônios e melhoria na cognição?

Resposta: tema a se investigar, segundo os autores.

Mas... Mas... Já há evidências (tênuas) de que a metformina promove benefícios cognitivos em pacientes com Alzheimer – o(a) leitor(a) que acompanha esta seção sabe que esse quadro neurodegenerativo é também visto como um tipo de diabetes ‘cerebral’, e há quem o denomine diabetes do tipo 3. Nesses pacientes, suspeita-se que a droga melhore os sintomas da doença, promovendo aquele reparo cerebral.

Miller diz que pretende agora checar se a metformina tem esses efeitos em pacientes que sofreram dano cerebral por causa de trauma e de radioterapia para tratar o câncer.

Para finalizar, tópico importante relacionado à memória: lembre-se do que sempre é dito aqui quando o assunto são drogas promissoras: elas só são promissoras, até que provem ter capacidade para virar medicamentos. Mas isso leva, em geral, muito tempo. Se é que elas chegam lá.

 **CELL STEM CELL_06/07/12**



Desmatamento e queimada na floresta amazônica

FOTO: COURTESY WILLIAM LAWRENCE

ECOLOGIA

Amazônia em débito

No Rio de Janeiro, quando a polícia está rondando um ponto de jogo do bicho, o apontador (a pessoa que escreve a aposta no talonário) costuma dizer que a ‘chapa está quente’. É alerta para os jogadores se apressarem. Algo semelhante pode ser dito sobre a chance de extinção de espécies da floresta amazônica: por lá, a chapa está esquentando e...

Dito de modo mais formal, o chamado ‘débito de extinção’ da floresta está se acumulando. A boa notícia é que, reconstruindo o cenário da década de 1970 para cá, cerca de 80% das extinções de vertebrados previstas (ainda) não ocorreram.

Certo, as boas notícias – se é que eram boas – acabaram.

Nos últimos 30 anos, o descuido – para usar um eufemismo polido – pôs em risco de extinção em localidades no leste e sul da floresta amazônica oito espécies (30% do total das regiões em questão) de anfíbios; 10 espécies (25%) de mamíferos; 20 espécies (14%) de pássaros. Eis o débito atual.

O modelo desenvolvido por Oliver Wearn, do Imperial College de Londres (Reino Unido), e colegas prevê o quão rápido espécies se tornarão extintas em relação à perda de hábitat.

O modelo estudou quatro cenários para 2050, um tipo de estimativa de ‘como as espécies se sairão daqui a quatro décadas’. Cada um desses panoramas variava segundo o grau de desflorestamento, desde o pior (desmatamento aumenta significativamente) até aquele em que a destruição pela motosserra e pelas queimadas fica mais ou menos nos níveis atuais ou se reduz um pouco nos próximos anos.

Na mesma edição, o comentário do artigo foi feito por Thiago Rangel, da Universidade Federal de Goiás. Possível transcrição, para a linguagem da divulgação científica, das palavras bem postas pelo

comentarista: o governo brasileiro está esquentando a chapa do crescimento econômico – desaquecida pela crise macroeconômica mundial – à custa de ‘lenha’ amazônica. Em outras palavras, na atual conjectura, progresso significa infraestrutura, incluindo a construção de cerca de 20 hidrelétricas na região, como a polêmica Belo Monte. E, do modo como está sendo feito, progresso significa desmatamento. E desmatamento significa aumento do débito de extinção.

Rangel detalha cenários de Wearn e colegas: se as taxas de desmatamento passaram aqueles absurdos 28 mil km²/ano da década passada, então, pode anotar aí na coluna ‘extintos’: 10 anfíbios, 15 mamíferos e 30 pássaros sumirão de metade da Amazônia; se fazendeiros e pecuaristas obedecerem as – melhor, foram coagidos pelas – leis atuais e mantiverem uma taxa abaixo dos (ainda indecentes) 6,5 mil km²/ano, então, o débito de extinção, em 2050, será o mesmo que o de hoje – que também não é algo de que devamos nos orgulhar.

Mas nem tudo é desesperança. Os cenários, dizem os autores, poderiam servir para orientar políticas de conservação na linha ‘onde houver o maior débito que haja o maior investimento (esforços conservacionistas, vigilância, multas etc.). Ou seja, algo como negociar a dívida agora, antes que ela se torne impagável.

E tenha, leitor(a), uma certeza: no quesito cobrança, a natureza, os bancos e o tráfico de drogas têm algo em comum: nunca perdoam uma dívida.

 SCIENCE_13/07/12

BIOLOGIA

Morte da vida com arsênio?

O leitor desta seção acompanhou a notícia e a suspeita (CH 278 e 283). Agora, visitará, na UTI, um dos resultados mais discutidos nos últimos tempos: uma bactéria que parecia quebrar as regras essenciais do que se entende por vida.

Recapitulando. Em 2010, a equipe de Felisa Wolfe-Simon e equipe anunciaram, em coletiva de imprensa na Nasa (agência espacial dos EUA), evidências de que, para crescer, a bactéria GFAJ-1 – encontrada no lago Mono, na Califórnia (EUA) – substituiria o elemento químico fósforo por outro (no caso, arsênio). E que isso teria implicações para a vida fora da Terra.

Para se ter ideia, o anúncio foi o equivalente a derrubar, digamos, umas das pilstras de sustentação do que a biologia até então entendia como elementos essenciais para a vida, a saber: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, ‘tijolos’ para a formação do material genético, das proteínas e das gorduras (lipídios), por exemplo.

Mas arsênio?

Obviamente, a primeira reação foi de espanto; depois, vieram as críticas; depois, a coisa quase partiu para o lado pessoal. Wolfe-Simon e colegas foram bombardeados, até com exemplos de falta de educa-

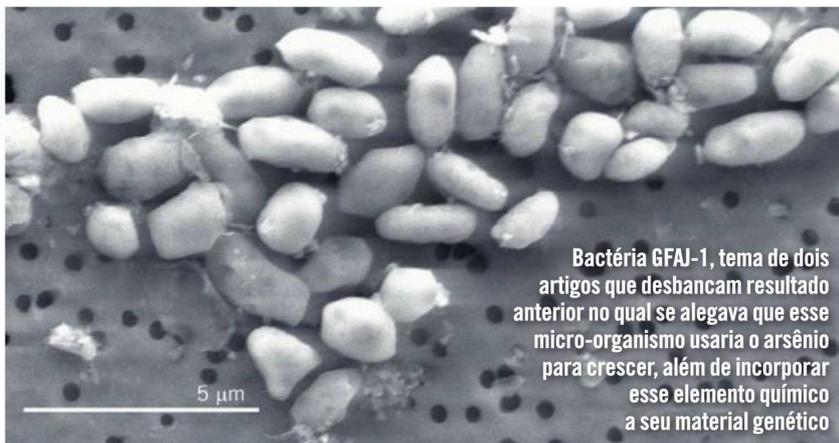
ção. O cenário ficou ainda mais em polvorosa quando a prestigiosa revista *Science* (02/12/10 *on-line* e 03/06/11) aceitou publicar os resultados.

Os autores – principalmente, Wolfe-Simon, na época pesquisadora do Centro de Pesquisas Geológicas dos EUA – passaram bom tempo, desde então, respondendo meticulosamente a seus críticos (e a detratores, é verdade). E sempre sustentaram os resultados apresentados naquela coletiva, assumindo apenas que, sim, as amostras em que as bactérias cresceram estavam levemente contaminadas com fósforo, mas que isso não mudava uma das conclusões, pois a quantidade desse elemento químico era insuficiente para que o micro-organismo pudesse crescer.

Agora, dois artigos, também publicados na *Science*, refutam os resultados. Em resumo, os trabalhos alegam que:

- i) a GFAJ-1, sim, precisa de fósforo para crescer e, na ausência desse elemento, não o substitui pelo arsênio. Usa, é verdade, dizem os autores, pouquíssimo fósforo, pois está acostumada a viver em ambiente altamente rico em arsênio (lago Mono) e, portanto, tem que ‘batalhar’ pelo pouco fósforo presente nesse hábitat inóspito;
- ii) a bactéria não incorpora arsênio ao seu material genético (DNA), como haviam proposto os autores do artigo que desencadeou a polêmica.

FOTO: CORTESIA SCIENCEFAS



Bactéria GFAJ-1, tema de dois artigos que desbancam resultado anterior no qual se alegava que esse micro-organismo usaria o arsênio para crescer, além de incorporar esse elemento químico a seu material genético

NEUROCIÊNCIAS

Alzheimer: antes de o crime ocorrer

No filme *A nova lei* (*Minority report*, 2002), estrelado por Tom Cruise, uma máquina – ligada ao cérebro de pessoas com poderes mediúnicos – delata cidadãos antes de eles cometerem o crime. Talvez, descoberta recente permita fazer algo nessa linha com uma proteína ligada à doença de Alzheimer.

Nesse quadro neurodegenerativo, que assola mais comumente idosos, há um acúmulo no cérebro de placas de proteína (chamadas beta-amiloide). Desconfia-se (fortemente) que essa seja a principal causa dos sintomas, marcados pela perda progressiva da memória e, com o tempo, de funções vitais, o que leva em geral à morte.

Mas, até que essas placas se instalem, há um tipo de pré-vilã: a APP (sigla, em inglês, para precursora da proteína amiloide). O nome diz quase tudo. Ela está na origem da beta-amiloide. Agora, a equipe de Kári Stefansson, da Universidade da Islândia e da empresa deCODE genetics, ambas em Reykjavik (Finlândia), depois de estudar 2 mil genomas, descobriu que uma mutação no gene que dá instruções para a fabricação da APP confere grande proteção contra o Alzheimer e outros tipos de senilidade – o Alzheimer é o mais comum deles.

Segundo os autores, a mutação, que é rara, leva a uma redução de 40% nas placas de beta-amiloide. Ela fica perto da re-

gião em que a enzima BACE1 ‘corta’ a proteína APP, resultando daí os fragmentos de beta-amiloide. A mutação age no sentido de reduzir em cerca de 50% a eficiência do ‘corte’ pela enzima, apontam os resultados.

A equipe mostrou que, em indivíduos idosos sem sintomas de Alzheimer, a mutação é quatro a cinco vezes mais frequente do que nos portadores da doença. A mutação também parece proteger contra o declínio cognitivo em pessoas com mais de 80 anos sem Alzheimer. Isso leva à conclusão, dizem os cientistas, que Alzheimer e senilidade ‘natural’ têm mecanismos em comum, o que é boa pista para tratar os dois quadros.

Em entrevista à *CH*, Wolfe-Simon disse “o artigo [de autoria dela e colegas] sobre a GFAJ-1 enfatizava a tolerância ao arsênio, mas sugeria que as células [entenda-se, bactérias] precisavam de fósforo, como foi visto nestes dois artigos recentes na *Science*”. A pesquisadora disse à *CH* que ainda há questões-chave sem resposta: “Como as células prosperam em [meios com] concentração letal de arsênio? E para onde o arsênio vai?”

A *Science*, em editorial, escreve: “Em conclusão, as novas pesquisas mostram que a GFAJ-1 não rompe com as longamente acreditadas regras da vida, contrariamente ao modo como Wolfe-Simon interpretou os dados.” E concede que “o processo científico é naturalmente corrigido à medida que os cientistas tentam reproduzir os resultados”.

Possível leitura: o clube aceitou os sócios e, agora, quer expurgá-los.

Wolfe-Simon não desistiu. Ela — que alegou ter sido “expulsa” do Centro de Pesquisas Geológicas dos EUA — assina a entrevista à *CH* como membro do Laboratório Nacional Lawrence, em Berkeley, na Califórnia (EUA).

Essa saga terá mais capítulos? Esta seção arrisca dizer que sim. “Nosso objetivo é entender a flexibilidade da tabela periódica para a vida e em escalas cósmicas, para caracterizar adaptações (cha-

mamos a isso ‘adaptoma’) relevantes à astrobiologia. Esperamos ter resultados prontos para publicação em poucos meses”, conclui a pesquisadora.

[Em tempo: Vale aqui breve apreciação da situação do ponto de vista da sociologia da ciência. Revistas de prestígio são de prestígio, em certa medida, por publicarem artigos que dão prestígio (a elas). E a competição entre essas revistas científicas — o caso emblemático é entre *Science* e *Nature* — é acirrada. E, nessa briga de cachorro grande, arrisca-se bastante, é verdade, deixando de lado critérios científicos básicos — e se um artigo for recusado, se mostrar correto e levar a uma revolução na ciência? Pior: for publicado pelo concorrente?

Caso semelhante ocorreu recentemente na igualmente prestigiosa *Physical Review Letters* (07/05/12), com artigo publicado em que se alega abalar a eletrodinâmica, teoria estabelecida ainda no século 19. Tudo indica que os resultados também estão equivocados. Nesse sentido, até agora, cerca de uma dúzia de comentários já foram enviados ao editor da revista — entre eles, o de um brasileiro (<http://arxiv.org/abs/1205.1502>). Esta seção acompanhou o desenrolar dos fatos, e a reação dos físicos da área (no caso, brasileiros) foi de estupefação, por artigo assim ter sido aceito em revista tão

prestigiosa. Quando se apontar o erro — o que provavelmente, ocorrerá —, a PRL também fará editorial lançando o pesquisador aos lobos?

Voltando à *Science*. Agora, que aqueles resultados iniciais tomaram baque forte, a revista, por meio de editorial, atira os autores na chama que mais queima na carreira científica: as labaredas do desprestígio.

Fica aqui a questão: por que a *Science* publicou? O artigo chegou para ela em 01/09/10; portanto, houve tempo razoável para avaliar. Se o tema é polêmico, não é o caso de atenção redobrada? E se o artigo de Wolfe-Simon e colegas se mostrar correto, a revista dará um editorial, um ‘Erramos’?

Sim, há casos de recusa equivocados. A história da ciência nos revela um deles: em 1933, o físico italiano Enrico Fermi destrinchou, com extrema elegância, o mecanismo subjacente a um tipo de radioatividade (o chamado decaimento beta) que era uma encrenca para a física da época. A *Nature* recusou o artigo, alegando ser altamente especulativo. Fermi — talvez, em vingança ou para se divertir — o publicou na desconhecida *Ricerca Scientifica*, que, desde então, ficou famosa (pelo menos, entre físicos) por ter publicado o trabalho, que, sim, se tornou altamente citado.

 **SCIENCE** 13/07/12

Os resultados de Stefansson reforçam algo de que já se desconfiava como estratégia para proteger contra a doença: interferir no modo como a proteína é ‘cortada’ (clivada). Se, por meio de drogas, for possível evitar essa clivagem, então, dá para se pensar nisso como estratégia de proteção contra o Alzheimer e outras formas de senilidade. Ou seja, assim como em *A nova lei*, passado em 2054, o melhor é ‘enquadrar’ a APP antes que ela cometa o crime — seja ela ou não culpada, porque, por vias das dúvidas, é melhor uma proteína inocente disciplinada do que uma culpada vagando pelo organismo.

 **NATURE** 11/07/12 on-line



FOTO: EPI, BLUE BRAIN, THIERRY PAREL

SINTONIA FINA

Marte como ele (quase) é

Este mês, deve pousar em solo marciano outro veículo controlado remotamente. Desta vez, é o Curiosity. Para comemorar o feito antecipadamente e homenagear o planeta que a ficção científica mais fortemente fixou no imaginário humano – afinal, quem nunca ouviu uma história da invasão da Terra por marcianos? –, a Nasa (agência espacial dos EUA) lançou a imagem mostrada nesta página. Ela foi feita pelo ‘veterano’ Opportunity, que já está em serviço no planeta vermelho há anos.

A foto foi obtida pela câmera panorâmica do Opportunity, que ficou quatro meses estacionado nessa ‘colina’, no inverno marciano. Dá para ver as marcas das rodas do veículo (à esquerda) bem como a borda de uma cratera (à direita) – a maior até agora visualizada pelo Opportunity – causada, há bilhões de anos, pelo impacto de um corpo cósmico.

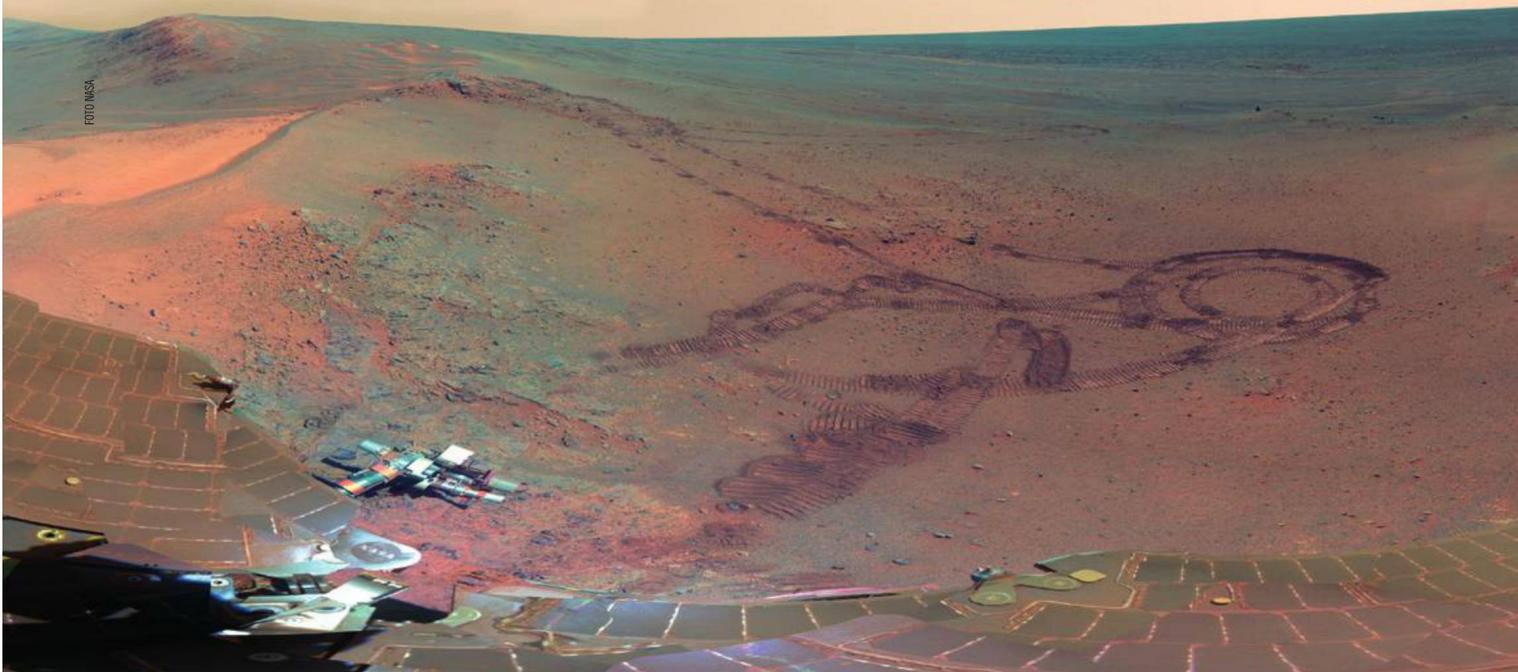
Para formar a imagem foi necessário juntar 817 fotos, tiradas entre 21 de dezembro do ano passado e 8 de maio último. A panorâmica comemora dois marcos: i) 3 mil dias do Opportunity vagueando pelo planeta; ii) 15 anos da Nasa realizando ininterruptamente missões robóticas em Marte – o primeiro veículo remoto tocou o solo marciano ainda em 1997.

Em outros rincões marcianos, está o Spirit, gêmeo do Opportunity. Ambos pousaram nesse solo enferrujado – algo como aquele “chão de ferro”, como o médico e escritor Pedro Nava (1903-1984) se refere à sua Minas Gerais – em janeiro de 2004, para uma missão de três... meses. Está aí exemplo de excelente custo-benefício.

Desde então, os dados enviados pelo equipamento têm sido úteis para entender atmosfera, solo, estrutura, entre outras características do planeta.

Note que a sensação é de estar sentado no robô, vislumbrando o cenário. O veículo está sobre o afloramento batizado de abrigo Greeley, em homenagem ao cientista planetário Ronald Greeley (1939-2011). Detalhe: a bem da verdade, Marte não tem essas cores: o colorido ganhou reforço, para destacar a diferença entre os materiais que formam o terreno.

A imagem (nesta página e na seguinte) reúne mais de 800 fotos da paisagem de Marte obtidas pelo Opportunity



Aids: teste de farmácia

Foram anos de controvérsia. E um dos motivos era o seguinte: se o resultado for positivo, quem dará apoio psicológico à pessoa que acabou de se submeter ao teste? E se ele fizer bobagem, como tentar se matar?

Exagero?

Reportagem do *New York Times* (03/07/12) relata que o clima era mais ou menos esse no início da epidemia de Aids, na década de 1980. A mídia disseminava casos de pessoas que se suicidavam depois de saber que eram soropositivas. Na época, temia-se ser estigmatizado como homossexual ou usuário de droga injetável. No início, as maiores vítimas, nos EUA, diz o jornal, eram do grupo dos quatro 'H': hemofílicos, heroína (usuários de) e haitianos, seguidos por homossexuais masculinos.

À época, governo e entidades de grupo de risco achavam que um teste caseiro poderia levar a onda de suicídios pelo país.

Agora, após quase sete anos de análise, o FDA (órgão que regula medicamentos e alimentos nos EUA) liberou teste para venda em farmácias. O procedimento é rápido e simples: basta colher material da gengiva, esfregando-a com um tipo de co-

tonete, para, de 20 a 40 minutos depois, obter o resultado.

Por que isso é bom? Se o portador iniciar o uso do coquetel contra a Aids logo após ser infectado, as chances são de mais ou menos 95% de que não transmita o vírus para outros. Além disso, o prognóstico dele é também bem melhor quando o tratamento começa cedo. Mais: hoje, com as drogas disponíveis, Aids não é mais sentença de morte. É uma doença que, como o diabetes, tem que ser controlada.

O teste – de nome comercial OraQuick – é preciso. Mas tem lá seus reverses. Uma em cada 12 pessoas pode ter um falso positivo. As chances de falso negativo – o que é pior, obviamente – são bem menores, sendo um para cerca de 5 mil pessoas.

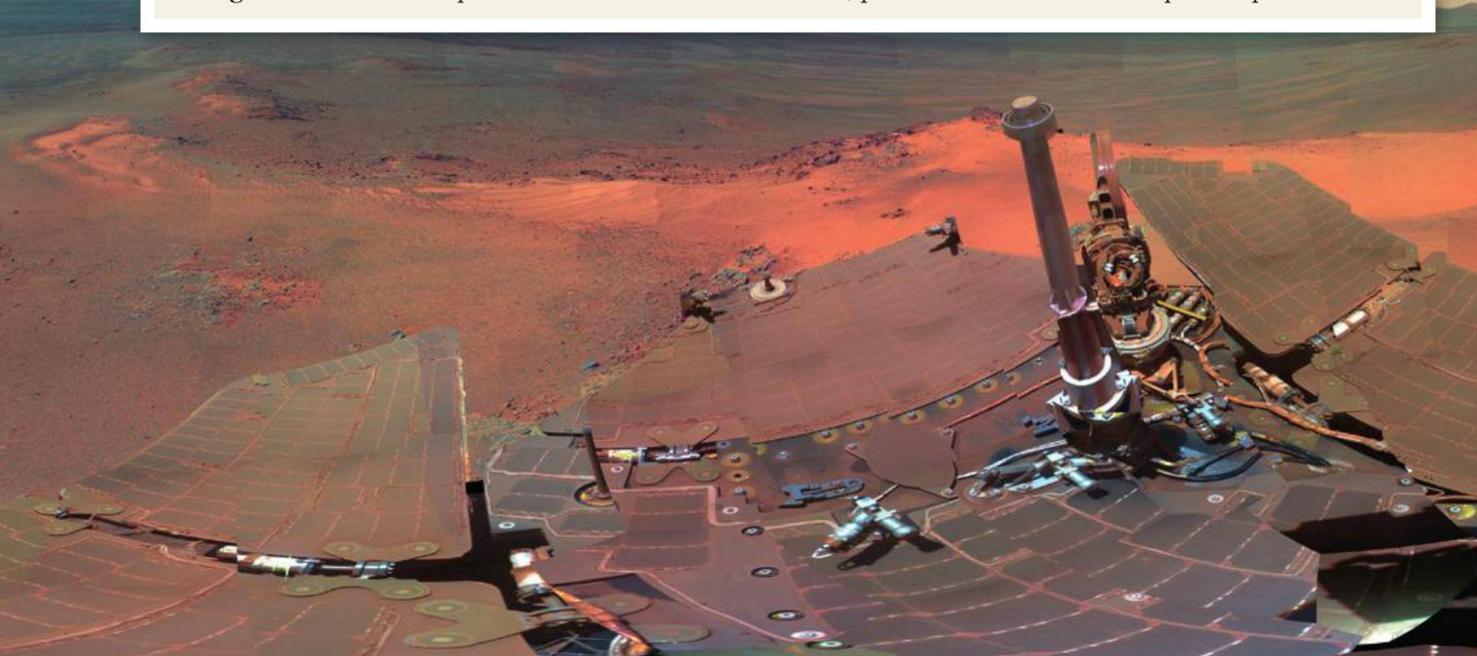
Mas o maior problema, porém, é a chamada 'janela temporal'. Explicando: uma pessoa leva cerca de três meses para desenvolver anticorpos para a Aids – e são esses anticorpos que são detectados no teste agora aprovado. Portanto, será preciso conviver com esse torturante período de dúvida. Nesse caso, o melhor é mesmo procurar ajuda de um profissional ou centro de tratamento, para acon-

selhamento sobre a melhor estratégia a adotar.

Outra coisa importante: o teste é só um primeiro passo para o diagnóstico. Ou seja, se der positivo, a pessoa terá que necessariamente confirmar o resultado com teste de maior precisão, feito apenas por médicos ou em hospitais.

Nos EUA, o teste estará disponível no final deste ano, em dezenas de milhares de farmácias, bem como lojas de conveniência e vendas *on-line* – quando chegará ao Brasil, não se sabe. A fabricante não revelou ainda o preço, mas disse que sairá por pouco mais que US\$ 17,50 (cerca de R\$ 35), valor com que é vendido para consultórios médicos. A empresa alega que, para a versão vendida ao público, as despesas com embalagem e outros serviços elevarão esse valor.

Por lá, menores de 17 anos não poderão comprá-lo. Motivo: pouquíssimos adolescentes entre 14 e 17 anos foram testados na fase de avaliação do *kit*. A contradição apontada pelo jornal: meninas não precisam apresentar identidade para comprar testes de gravidez. A saída, em qualquer parte do mundo, é conhecida: pedir a um adulto que compre o teste.



Como nos tornamos tolerantes...

Imagine-se vivendo, há cerca de 7 mil anos, em ambiente árido. Nesse hábitat, indivíduos mais bem hidratados (e alimentados) teriam chances mais altas de sobrevivência e, portanto, de reprodução. Mas onde encontrar algo com essa dupla função? Você tem lá umas vaquinhas... Sim, leite!

Parece simples, a situação vista anacronicamente. Mas, há milhares de anos, um adulto que degustasse leite provavelmente teria problemas, pois não conseguiria digerir lactose (açúcar do leite).

Náuseas, vômitos e diarreia. Ou seja, indisposição na certa.

Artigo recém-publicado, com repercussão na mídia, traz indícios contundentes de que povos do norte da África, vivendo onde hoje é o sudoeste da Líbia, tenham processado o leite – entenda-se, feito iogurte – para diminuir a quantidade de lactose. Com isso, geração após geração, foram selecionadas as mutações genéticas que nos permitem, hoje, tomar leite – é verdade, que ainda há humanos intolerantes à lactose, por não manterem ativo, depois do período de aleitamento, o gene que produz a enzima lactase, que ‘quebra’ a molécula de lactose em fragmentos tolerados pelo organismo.

Vacas no mais árduo deserto? Explicação: na época, a região tinha lá seu verde e era, portanto, ambiente amigável ao pastoreio.

A história contada acima se apoia em resquícios da gordura do leite encontrados por Julie Dunne e Richard Evershed, da Universidade de Bristol (Reino Unido), em belos vasos da época (Holoceno), achados naquela região. Fragmento de um deles é mostrado na figura.

Os desenhos mostram que o gado tinha papel primordial no cotidiano daqueles habitantes – por sinal, impressionam os detalhes e cores da pintura, que lembram elementos encontrados em obras do pintor espanhol Pablo Picasso (1881-1973).

A análise da gordura foi feita com técnicas da física nuclear e permitiu até apontar que alimentos o gado comia. Os resultados mostram que os animais variavam bastante a dieta – supõe-se que, dependendo da estação do ano, pastavam em áreas distintas entre si. Indiretamente, os dados ajudaram a dar idade correta aos vasos, porque as pinturas são difíceis de datar.

FOTO ROBERTO DECCACCI/O THE ARCHAEOLOGICAL MISSION IN THE SAHARA/SPRINGER UNIVERSITY OF ROMA



NATURE 21/06/12

O CONTEÚDO DA SEÇÃO MUNDO DE CIÊNCIA TEM COMO FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEW UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW FOCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE/NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN), THE SCIENTIST DAILY, EPFL NEWS E ACS PRESS PAC

Bragança Paulista investe na formação musical dos alunos:

Projeto Música na Escola



Mais informações:

Secretaria Municipal de Educação – Rua Benedito Basaglia, s/nr. Vila Aparecida

Fone: 11 4034-7211

www.braganca.sp.gov.br



Prefeitura da Estância Climática de
Bragança Paulista
Segurança e trabalho a serviço de todos



2012

AFINAL, É O FIM DO MUNDO?



Em uma cidade maia chamada Tortuguero foi encontrada uma lápide, conhecida como Monumento 6, que traz uma inscrição sobre o calendário usado por este antigo povo da América Central. Essa inscrição tornou-se polêmica, por ter sido interpretada como um aviso de que o mundo acabaria no final deste ano. Anúncios do ‘fim dos tempos’ e da ‘destruição do mundo’ surgiram várias vezes ao longo da história, mas o planeta e a humanidade sobreviveram a todos. No caso da suposta ‘profecia’ maia, um exame objetivo do complexo sistema de calendários elaborado por essa importante civilização mostra que essa interpretação catastrófica é equivocada.

ALEXANDRE GUIDA NAVARRO

*Departamento de História,
Universidade Federal do Maranhão*

Há cerca de 4 mil anos, uma complexa civilização – os maias – surgiu na região da América Central onde estão situados hoje o sul do México, Guatemala, Honduras, El Salvador e Belize. A cultura maia teve seu maior desenvolvimento entre os anos 300 e 900 do calendário cristão, e manteve suas identidades linguísticas e culturais até a invasão da América Central pelos espanhóis, iniciada em 1519. Ao contrário do que se acredita, porém, os espanhóis não aniquilaram os maias: na Guatemala e no México, principalmente, milhões de descendentes ainda falam línguas maias e mantêm vivos aspectos dessa antiga cultura.

Em seu período áureo, os maias construíram cidades urbanizadas, com templos grandiosos e estradas pavimentadas ligando regiões distantes. Elaboraram um complexo sistema de escrita fonética e ideográfica, o mais sofisticado do continente americano na época pré-colombiana, e registraram sua história e seus conhecimentos em livros de papel (feito da casca de árvores) ou de pele de veado e em monumentos de pedra (as estelas). Poucos de seus livros, denominados códices, sobreviveram à destruição determinada pelos invasores europeus. >>>

Foram grandes guerreiros. Várias cenas pintadas nos templos retratam ações militares para a expansão de seus territórios e de seu poder. Além disso, mantinham comércio de longa distância, importando e exportando produtos. Recebiam a pedra preciosa turquesa, por exemplo, de áreas de produção a mais de 2 mil km, no território dos atuais Estados Unidos, e exportavam produtos como o jade, pedra de valor inestimável para os maias e outros povos da região, pois sua cor – verde – era associada à vida.

O declínio dos maias começou em meados do século 9, por causa da falta de terras para a produção de alimentos, da intensificação dos conflitos com outros povos e do desmatamento que realizaram. Desmatamento? Sim, os maias não viviam em harmonia com o meio ambiente. A contínua exploração dos solos sem os cuidados necessários e a destruição da floresta para a construção de espaços urbanos levaram à falta de água e ao aumento da temperatura, fatores que certamente tiveram participação no colapso.

Descobertas recentes Pesquisas realizadas nos últimos anos vêm modificando alguns conhecimentos anteriores sobre os maias. Em 2007, acreditava-se, por exemplo, que as maiores cidades maias tinham cerca de 60 mil habitantes e que aspectos como cidades muito populosas, arquitetura monumental e escrita surgiram apenas no chamado período clássico dessa civilização, entre os anos 300 e 900 da era atual (ver ‘Reis na floresta tropical? Novas descobertas sobre a civilização maia’, em CH 236).

Hoje, porém, os arqueólogos aceitam que algumas cidades maias eram bem maiores do que se pensava há alguns anos. Novos estudos indicam que existiam no território maia cidades com mais de 100 mil habitantes. Isso é de grande importância porque, até agora, aceitava-se que a maior cidade da Mesoamérica (área cultural onde viveram os maias e povos como toltecas e astecas)



A área ocupada pela civilização maia incluía o atual sul do México (1), Belize (2), Guatemala (3), Honduras (4) e El Salvador (5)

teria sido Teotihuacán, construída provavelmente por um povo anterior a maias e astecas e situada perto de onde está hoje a Cidade do México. Agora, pesquisas arqueológicas indicam que a população de cidades maias como Tikal e Calakmul se igualaria à de Teotihuacán.

Além disso, estudos sobre outro período da civilização maia, o chamado pré-clássico tardio (do quarto século antes da era atual até meados do segundo século), na região denominada bacia do Mirador, no norte da Guatemala, onde foram construídas cidades importantes como El Mirador, Naachtun e Nakbé, levaram a conclusões surpreendentes. A primeira é que várias características que antes se acreditava terem surgido somente no período clássico já estavam presentes antes, como a escrita, a arquitetura grandiosa e as amplas cidades.

Ruínas, na atual Guatemala, da cidade maia de Tikal, um dos maiores centros urbanos da América Central na época clássica dessa civilização



FOTO: PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

Essas pesquisas revelaram, por exemplo, que a pirâmide mais alta de toda a Mesoamérica, e não apenas da área maia, ficava em El Mirador. Chamada de La Danta, tem mais de 70 m de altura, o que corresponde a um edifício de cerca de 24 andares. Mais polêmica é a nova teoria segundo a qual os maias passaram por vários colapsos, e não apenas um. Um primeiro grande colapso teria ocorrido na região de El Mirador, no início da era cristã. Para alguns arqueólogos, os motivos desse colapso teriam sido os mesmos presentes no final do século 9: guerras e destruição ambiental.

O fim do mundo Os maias ganharam destaque nos meios de comunicação, nos últimos meses, e o responsável por isso é seu calendário. O motivo do destaque é a afirmação de que os maias previram o fim do mundo para 2012. Mas isso é verdade?

A polêmica partiu de uma inscrição do chamado Monumento 6, pedra trabalhada encontrada nas ruínas da cidade maia de Tortuguero, no sul do México. Essa inscrição apresenta uma data relevante do calendário maia, interpretada como um anúncio do final dos tempos. Na verdade, a data desse monumento indica somente o fim de um grande ciclo do calendário maia, e não a destruição do mundo.

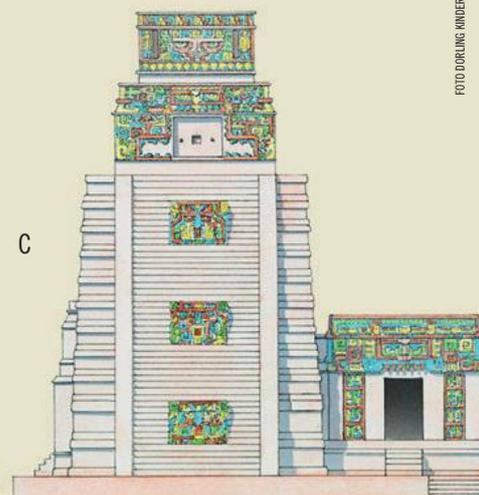
Cabe esclarecer que o calendário maia – um sistema complexo de calendários combinados – incluía diferentes ciclos. Na cultura desse povo não existiam lendas ou mitos sobre o fim do mundo. A interpretação recente é de responsabilidade não dos cientistas que estudam os maias, mas de escritores não especializados em cultura maia ou outras pessoas que – por erro ou deliberadamente – confundiram o fim do ciclo mais longo do calendário maia com o fim do mundo.



Encontrado na antiga cidade maia de Yaxchilán, no sul do México, o relevo em pedra calcária representa um autossacrifício de sangue realizado pelo rei Escudo Jaguar II e por sua esposa, K'ab'al Xook

A ideia do fim do mundo está associada às tradições religiosas judaico-cristãs, que incluem episódios sobre essa questão: é o caso do 'Livro do Apocalipse', na *Bíblia*. O fato de muitas pessoas, na chamada civilização ocidental, acreditarem nessa ideia não significa que outras culturas, em >>>

Os maias construíram diversos tipos de pirâmides, como o Templo do Mágico (em Uxmal – A), o Templo das Inscrições (em Pelenque – B) e a torre da pirâmide principal em Xpuhil (em Yucatán – C), todas em território mexicano





Os calendários maias – na imagem, calendário em forma de coluna encontrado em Quirigua, no México – eram essenciais para essa antiga civilização

outras regiões e em diferentes períodos da história, tivessem as mesmas concepções de criação e destruição do planeta. Os mitos e lendas maias estão repletos de relatos sobre a criação do universo, dos seres vivos e dos deuses responsáveis por esse acontecimento, mas não abordam o ‘fim dos tempos’. Em suas crenças, o mundo estava em constante transformação, e isso se reflete em seus calendários.

Para que servem os calendários? O desenvolvimento, em várias sociedades, desse tipo de contagem de tempo permitia algum ‘controle’ da natureza – saber quando ocorrem as estações do ano, os períodos de chuva, as épocas quentes ou frias era essencial para determinar os momentos adequados para plantar e colher os alimentos de que necessitavam. Na área maia, e em grande parte da Mesoamérica, o calendário era ainda um instrumento de cobrança de impostos (em alimentos, tecidos ou até ornamentos), que deviam ser enviados à cidade conquistadora ou aos governantes em épocas específicas. Além disso, o calendário tinha função religiosa, servindo para definir quando eram realizadas as festas e rituais para os deuses.

Calendários maias Os maias tinham vários calendários, sendo os principais um religioso, *tzolkin*, e outro solar, *haab*. O *tzolkin*, com 260 dias, era formado pela combinação de períodos de 13 dias com 20 nomes de dias – como esses nomes se sucediam em uma ordem certa, independentemente dos períodos, a associação do dia 1

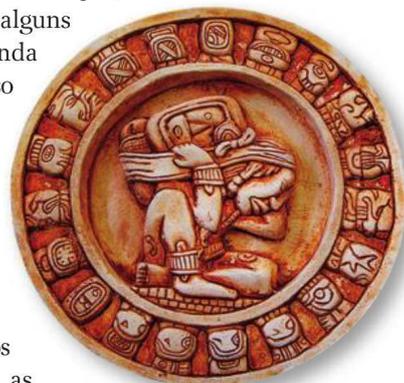
com o primeiro ‘nome de dia’ somente se repetia a cada 260 dias (13 x 20). Já o *haab* era formado por 18 meses de 20 dias cada, totalizando 360 dias, mais cinco dias que compunham um período denominado *wayeb* (chegando a 365 dias, como o ano solar do calendário gregoriano). Vale lembrar que o calendário maia é considerado o mais preciso entre os elaborados por antigas civilizações humanas.

Esses dois calendários eram usados em conjunto, formando uma ‘engrenagem’ na qual um dependia do outro. Nessa associação, a combinação de uma data *tzolkin* com uma data *haab* só se repetia a cada 52 anos, dando origem à roda calendárica (o nome decorre da metáfora com a engrenagem). A roda calendárica era tão importante que, ao final de cada um de seus ciclos, os maias realizavam rituais associados com o derramamento de sangue, com sacrifícios humanos.

Essa prática parece hoje absurda e cruel, mas fazia parte da cultura e do sistema religioso dos maias: para eles, o sangue era o líquido vital, a matéria-prima usada pelos deuses para construir os seres vivos e parte do universo. Portanto, o derramamento de sangue garantiria a continuidade da vida no planeta. Em dias de rituais, centenas de pessoas podiam ser sacrificadas aos deuses, por decaptação, morte por flechas ou extração do coração. Nesse último caso, o coração, ao contrário do que mostram alguns filmes, não era retirado, ainda pulsando, pelo peito, pois isso seria dificultado pelas costelas. A extração acontecia por um corte feito no abdômen com uma faca de pedra.

A importância do sangue nesses rituais é confirmada por evidências de que reis ou governantes perfuravam os próprios órgãos genitais, ou as orelhas, para ofertar o ‘líquido vital’ às divindades. O fim de uma roda calendárica, portanto, representava o fim de um ciclo de 52 anos, quando a sociedade maia seria reestruturada. No mundo maia, nada terminava, tudo se transformava.

As rodas calendáricas usadas pelos maias marcavam o tempo por uma complexa combinação de duas contagens de tempo diferentes



Por que 2012? O leitor deve estar se perguntando: por que a suposta profecia maia indica 2012 como o ano do fim dos tempos? Afinal, a ideia de fim do mundo faz parte da cultura ocidental, não tem fundamentação científica e é muitas vezes apropriada e deformada pela mídia. Na religião e cosmovisão maia, cada novo período é resultado das ações do passado, que se revigoram no presente. É uma concepção cíclica de tempo.

E como 2012 foi encaixado no calendário maia? A explicação está no mais longo período previsto nos calendários dos maias. Esse povo usava um sistema numérico de base 20

e, segundo inscrições em suas construções, o tempo era dividido em dias (*kins*), o conjunto de 20 *kins* era chamado de *winal*, o conjunto de 18 *winals* (nesse caso, não era usada a base 20) compunha um *tun*, 20 *tuns* formavam um *katun* e o conjunto de 20 *katuns* tinha o nome de *baktun*. Assim, a unidade de tempo *baktun* é dada pela multiplicação desses números, ou seja, 144 mil dias. Como o calendário maia permitia ainda a combinação de 13 unidades (ou seja, 144 mil x 13), era possível chegar a um grande ciclo (chamado de 'contagem longa') de 1.872.000 dias.

Esse total, dividido pelo número médio de dias do ano solar do calendário gregoriano (365,25 dias, por causa dos anos bissextos), levará a pouco mais de 5.125,25 anos. Com base nas informações dos calendários maias, foi calculado, há décadas, que a atual contagem longa dos maias teria começado (no calendário 'ocidental') em 11 de agosto de 3.114 antes da era cristã. Se subtrairmos 3.113 (já que apenas parte do ano de 3.114 antes da era cristã entraria no cálculo) do total de anos da contagem longa (5.125), chegaremos a 2012. Ajustando o cálculo de acordo com a data de início da contagem longa, pesquisadores concluíram que esta terminaria em 21 de dezembro de 2012, coincidindo com o solstício de inverno (o dia mais curto do ano) no hemisfério Norte.

Sabemos que cada sociedade associou sua contagem de tempo a aspectos, em geral religiosos, que considerava importantes. Os cristãos contam o tempo a partir do nascimento de Cristo. Os muçulmanos iniciam sua contagem 622 anos depois, quando ocorreu a Hégira, a saída do profeta Maomé de Meca para Medina (ambas na atual Arábia Saudita). Já a contagem longa dos maias começava em 3.114 antes do início do calendário cristão, data associada à criação do mundo por um dos deuses maias, o deus do Sol.

Conhecendo as crenças maias sobre transformações cíclicas, a afirmação de que esse povo acreditava no fim



Fragmento (reconstruído) de pintura mostrando cena de guerra, encontrada na antiga cidade maia de Bonampak, no sul do México

do mundo e que esse momento está próximo não passa de um apelo de mídia, com o objetivo de vender livros, filmes e outros produtos sobre o assunto, ou de uma especulação sem fundamento, como foi a de que os computadores sofreriam uma pane na passagem de 1999 para 2000. Que lição é possível tirar disso? Mais importante do que falar sobre o fim do mundo seria ter em mente os erros que os maias cometeram e que contribuíram para a decadência de sua civilização e perceber que fenômenos muito semelhantes ocorrem na atualidade e podem levar nossa sociedade a uma catástrofe.

A história dos maias comprova que a destruição do ambiente pode levar ao colapso, que a falta de equilíbrio ambiental pode contribuir para o fim de toda uma civilização. Infelizmente, o mundo atual segue esse mesmo caminho. Não é novidade que muitos dos transtornos vividos pela sociedade contemporânea, como o chamado aquecimento global e os fenômenos climáticos extremos, estão vinculados à intervenção mal planejada do ser humano na natureza. É possível alterar esse quadro, mas as soluções exigem ações coletivas e empenho dos governos. A experiência dos maias não precisa se repetir entre nós. 

Sugestões para leitura

- CARDOSO, C. F. S. *América pré-colombiana*. São Paulo, Brasiliense, 1981.
 GENDROP, P. *A Civilização maia*. Rio de Janeiro, Zahar, 2000.
 NAVARRO, A. G. 'Reis na floresta tropical? Novas descobertas sobre a civilização maia', em *Ciência Hoje*, v. 40, nº 236, p. 18, 2007.
 STIERLIN, H. *Os maias: palácios e pirâmides da floresta tropical*. Madri, Taschen, 1997.

Em todo o mundo, eventos climáticos extremos causam problemas ambientais. Um dos resultados mais alarmantes dos estudos sobre as alterações do clima diz respeito à disponibilidade de chuvas nos continentes. Como em diversos países, entre eles o Brasil, as hidrelétricas são a mais importante fonte de energia elétrica, chuvas mais fracas reduzirão o fluxo de água nos rios, com drásticos efeitos sociais e econômicos. Como o país planeja construir muitas hidrelétricas na Amazônia, cabe a pergunta: em que medida elas serão afetadas pelas mudanças climáticas anunciadas?

Alexandre Kemenes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio Norte),

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)

Carlos Antonio Costa dos Santos

Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas,

Universidade Federal de Campina Grande (UECG)

Prakki Satyamurty

Programa de Pós-graduação em Clima e Ambiente,

Universidade do Estado do Amazonas (UEA),

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa),

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)

MUDANÇA DO CLIMA E

E ventos climáticos extremos vêm alterando a produtividade agrícola e afetando a disponibilidade dos recursos naturais necessários ao sustento das populações, em diferentes locais ou regiões, causando sérios problemas. Eventos desse tipo tiveram fortes impactos na evolução da humanidade ao longo dos tempos. Alterações no equilíbrio climático são apontadas entre as causas do declínio ou destruição de civilizações antigas poderosas.

A civilização maia, na América Central, desenvolveu técnicas sofisticadas de armazenamento de água, irrigação, plantio e melhoramento de culturas, mas um clima mais seco a cada ano levou seu rico império ao colapso (ver '2012, afinal, é o fim do mundo?', nesta edição). Na China, irregularidades das chuvas no período das monções causaram estiagens que aceleraram a decadência de três grandes dinastias. Esses exemplos mostram que a humanidade sofre há milênios as consequências de eventos climáticos extremos. Hoje, porém, as mudanças do clima não ameaçam apenas alguns povos ou regiões, mas o futuro de todo o planeta.

Os cientistas pesquisam e acompanham as variações climáticas, criando modelos para tentar prevê-las e assim prevenir futuros prejuízos. Essa preocupação é crescente diante da intensificação das atividades humanas, que alteram o ba-

GERAÇÃO DE ENERGIA

lanço global natural do carbono, principalmente nos casos da queima de combustíveis fósseis e do uso do solo e da água, que levam a fortes alterações na composição de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera – tais gases reduzem a perda de calor para o espaço, o que leva ao aquecimento do planeta. Os resultados mais alarmantes desses estudos são os indícios de que a disponibilidade de chuvas nos continentes sofrerá fortes alterações.

Essa previsão é importante porque a energia elétrica, essencial para o mundo atual, é produzida em muitos países pelo fluxo da água dos rios em turbinas geradoras – em outros, é obtida pela queima de combustíveis fósseis, pelo calor liberado na fissão nuclear e por fontes alternativas (solar, eólica etc.). No Brasil, em que as hidrelétricas produzem 80% da energia elétrica consumida, alterações nas chuvas – seja diminuição ou aumento – terão reflexos relevantes no desenvolvimento do país.

>>>

Existem diversos tipos de variações climáticas normais: as de curto prazo (diárias, da noite para o dia) e de médio prazo (anuais, associadas às estações) são esperadas e mesmo previsíveis. Entretanto, alguns eventos climáticos de longo prazo (intervalos de anos ou décadas) parecem fugir da normalidade desejada: estão aumentando em frequência e intensidade, devido à elevação da temperatura global provocada pelas atividades humanas.

Hidrelétricas amazônicas O Brasil, há alguns anos, vem concentrando na Amazônia a construção das novas hidrelétricas. Esses empreendimentos dependem do potencial hídrico da região. A maior parte da água que ali circula tem origem externa: grande parcela é importada do oceano Atlântico e o restante vem do reaproveitamento da água da própria floresta. Mas as chuvas despejam na Amazônia apenas metade da água que circula nessa região – a outra metade é exportada para outras áreas, como as regiões Sul e Sudeste, onde a precipitação mostra forte dependência dessa ‘ajuda’ vinda do Norte.

Nos últimos tempos, têm ocorrido eventos climáticos atípicos na Amazônia, como secas prolongadas, que dificultam a sobrevivência da população ribeirinha e também repercutem no potencial de geração de energia da região. Foram registrados grandes incêndios florestais em áreas onde esse tipo de problema nunca ocorreu, aumentando a liberação de GEEs na atmosfera. Grandes áreas antes alagadas estão secando. Esses eventos, felizmente, não causam estragos permanentes, e os rios e a vida retornam a seu equilíbrio natural. Diversos pesquisadores atribuem as secas ao aquecimento incomum (evento climático extremo) das águas superficiais no oceano Atlântico Norte, fenômeno que impede a entrada normal da umidade que abastece a Amazônia.

Há quatro grandes hidrelétricas em funcionamento na região amazônica brasileira (Balbina, Tucuruí, Samuel e Curuá-Una) (figura 1), mas o governo planeja construir outras 70 usinas em seus rios nos próximos anos (figura 2). O objetivo é expandir a oferta nacional de energia elétrica (segundo o Plano de Aceleração do Crescimento, de 2007). Com isso, aumentarão as áreas alagadas e as emissões de GEEs.

A represa de Balbina, com área máxima de 2,6 mil km², surgiu em 1987, no rio Uatumã. Essa hidrelétrica tem capacidade instalada de 250 megawatts (MW), mas a capacidade real é menor porque a bacia hidrográfica é pequena e a vazão varia ao longo do ano, algo comum nos rios da região. Apenas 10% da área do reservatório de Balbina foram desmatados antes do enchimento. A densidade energética (razão entre área máxima do reservatório e capacidade instalada) de Balbina é de 0,096 MW/km², o que faz dela a hidrelétrica menos eficiente do país.

A barragem de Tucuruí, implantada no rio Tocantins em 1984, tem reservatório de 2.460 km². A capacidade instalada, inicialmente de 3.960 MW, foi ampliada em 2002 para 8.085 MW. Seu reservatório teve somente 8% da área desmatada, o que tornou Tucuruí grande emissora de GEEs. A densidade energética, de 3,6 MW/km², é a maior da Amazônia, mas insuficiente para que seja considerada geradora de energia limpa.

A barragem de Samuel fica no rio Jamari, a cerca de 50 km de Porto Velho (RO). Seu reservatório tem 550 km² e sua bacia hidrográfica é apenas 24 vezes maior. Com isso, o fluxo do rio é limitado e a capacidade máxima atinge 220 MW, com densidade energética de 0,6 MW/km². Já Curuá-Una, no rio Curuá, a cerca de 70 km de Santarém (PA), é a menor das quatro. Pode produzir 40 MW, o reservatório ocupa 72 km² e a densidade energética é de 0,8 MW/km².

O Banco Mundial usa a densidade energética para definir se a energia gerada é ‘limpa’ e considera que só podem solicitar créditos de carbono as hidrelétricas em que esse índice for maior que 4 – esses créditos são certificados de redução de emissão de GEEs, que podem ser adquiridos por países que precisam compensar suas emissões. Nenhuma das hidrelétricas hoje em funcionamento na Amazônia está apta a adquirir créditos de carbono pela produção de energia limpa, pois apresentam índices baixos.

ADAPTADO DE FERNSIDE, 1996

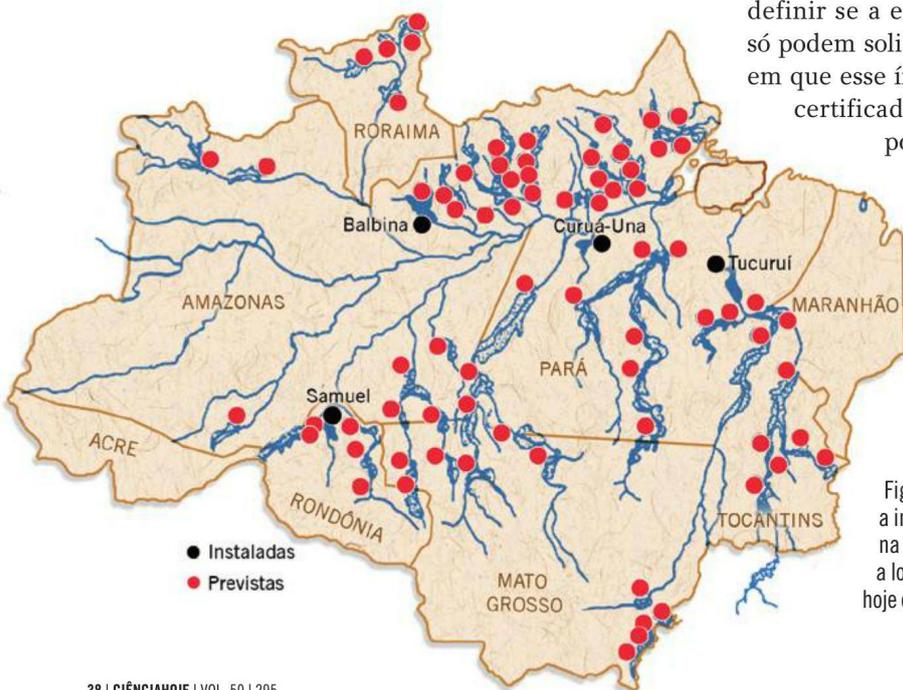


Figura 1. O planejamento oficial prevê a implantação de mais de 70 hidrelétricas na Amazônia até 2050 – o mapa mostra a localização das quatro maiores hidrelétricas hoje em funcionamento na região

Produção de energia na hidrelétrica de Tucuruí será pouco afetada por mudanças climáticas



FOTO DE JACQUES LANGOUX/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

Os efeitos do clima Para estudar as variações mais recentes do clima, diversos países contam com agências climáticas, como a National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa), nos Estados Unidos; o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no Brasil; etc. Essas instituições analisam dados climáticos históricos, obtidos em campo, em busca de padrões ou irregularidades. A grande maioria das medições históricas foi realizada no hemisfério Norte, sendo raros os registros no hemisfério Sul. O Brasil tem registros históricos importantes do século 20 em algumas cidades, como Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro. Esses registros servem para testar a veracidade das hipóteses relacionadas a mudanças climáticas, verificando se têm causas naturais ou se decorrem de atividades humanas.

Fenômenos climáticos importantes para o Brasil são a Oscilação Sul (variação da pressão atmosférica sobre o oceano Pacífico Sul) e os opostos El Niño (aquecimento acima da média das águas superficiais desse oceano) e La Niña (esfriamento dessas águas). Esses fenômenos têm periodicidade variável (de anos a décadas) e suas interações vêm sendo muito estudadas. A interação conhecida pela sigla Enos (de El niño + Oscilação Sul), por exemplo, está associada a condições mais secas na Amazônia e no Nordeste e a enchentes no Sul e no Sudeste do Brasil.

Para avaliar a influência das variações do clima na geração de energia elétrica na Amazônia, foram calculadas correlações estatísticas entre dados do Enos e registros da vazão de água (somando a que passa pelas turbi-

nas e a que é vertida diretamente) e nível dos reservatórios das hidrelétricas da região. Os valores médios mensais da temperatura da superfície do mar no Pacífico, em quatro regiões de ocorrência do Enso (El Niño 1+2, 3, 3.4 e 4), e no Atlântico, em regiões tropicais dos hemisférios Sul e Norte, foram obtidos na página da Noaa na internet – os números associados ao El Niño indicam as áreas do Pacífico equatorial em que a anomalia ocorreu (quanto menor o número, mais próxima a área está do continente americano). Já os dados de cota dos reservatórios e de vazão total das hidrelétricas foram cedidos pelas equipes técnicas da Eletronorte.

As análises revelam que os valores das correlações entre a vazão total dos rios e as anomalias de temperatura superficial do mar são em geral negativos ou pequenos. Isso indica que a ocorrência do Enos reduz a geração de energia na Amazônia. Em outras palavras, a precipitação sobre a região geralmente diminui nas épocas de Enos, reduzindo o fluxo hídrico, a cota do reservatório e, portanto, a água disponível para acionar as turbinas. Como a cota e a vazão total refletem a quantidade de chuvas em toda a bacia hidrográfica e em sub-bacias acima das barragens em estudo, esses dados podem ser considerados mais confiáveis que medições pontuais da precipitação.

Os resultados obtidos – correlações, ou a falta delas – são valiosos para análises da funcionalidade das hidrelétricas. O índice climático com melhor correlação com a vazão total em Tucuruí e Curuá-Una foi o do oceano >>>

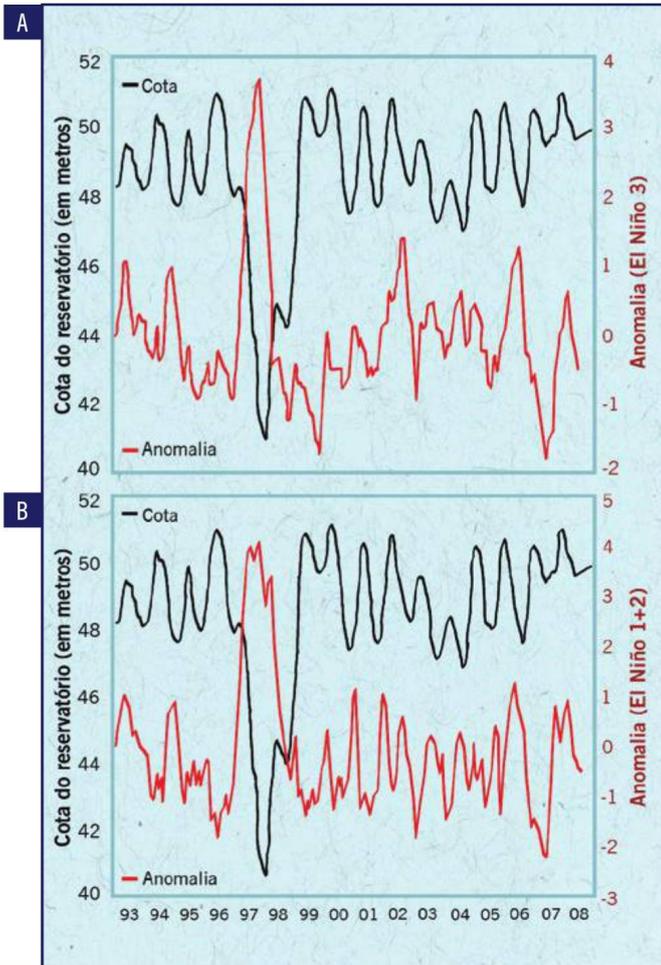


Figura 2. A variação da cota do reservatório da hidrelétrica de Balbina e as oscilações de anomalias climáticas que alteram a temperatura da superfície do mar no Pacífico – El Niño 3 (A) e El Niño 1+2 (B) – mostraram entre 1993 e 2008 uma correlação em geral inversa (quando o valor de uma aumenta, o da outra diminui)

Atlântico Norte Tropical (conhecido pela sigla TNAI), mas com resultados pouco significativos. A usina de Samuel é afetada pelo mesmo índice, mas ali a influência é mais moderada que nas demais hidrelétricas amazônicas. Já o índice do Atlântico Sul (TSAI) afetou significativamente a vazão total e a cota do lago de Balbina.

A relação mais importante com os índices de temperatura da superfície do mar no período do estudo – a que mais afeta o potencial energético – foi verificada em Balbina (figura 2). As variações da cota do reservatório da hidrelétrica e as oscilações dos índices El Niño 1+2 e El Niño 3, de 1993 a 2008, são praticamente opostas (quando uma aumenta, a outra diminui). Essa mesma tendência de oposição é encontrada entre a cota do reservatório de Curuá-Una e as anomalias do El Niño 1+2, no mesmo período (figura 3).

É importante destacar que não foram verificadas correlações significativas entre os fenômenos em estudo e a hidrelétrica de Tucuruí. Para o país, esse resultado pode ser gratificante, pois significa que a oferta de energia de Tucuruí – a maior hidrelétrica totalmente brasileira – pode ser constante para diversas regiões do Brasil, trazendo tranquilidade para a produção industrial e agrícola e para a população.

O estudo, porém, revelou que todas as outras grandes hidrelétricas amazônicas em funcionamento hoje sofrem influências do fenômeno Enos. Sem dúvida, a mais afetada é Balbina. Durante o El Niño de 1997-1998, a cota do reservatório dessa usina baixou a menos de 45 m (figura 4), o que paralisou totalmente a geração de energia por algumas semanas e trouxe grandes prejuízos ao

FOTO DE EMANUELO SIMONETTI/PLA S&P/IMAGENS



Árvores mortas no reservatório da hidrelétrica de Balbina

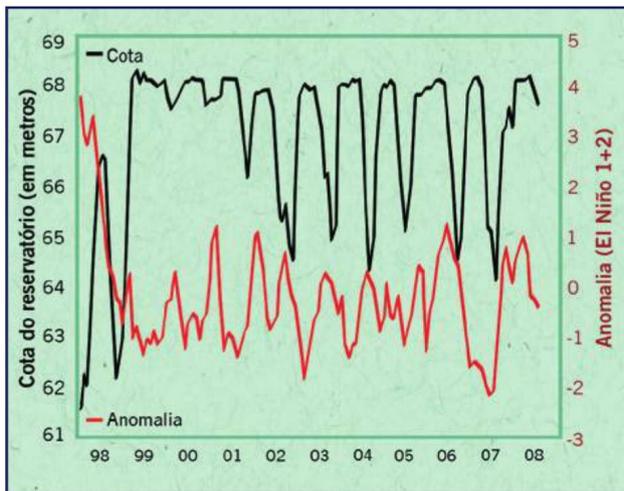


Figura 3. A cota do reservatório de Curuá-Una e os índices do fenômeno El Niño 1+2 também revelam valores em grande medida opostos entre 1998 e 2008

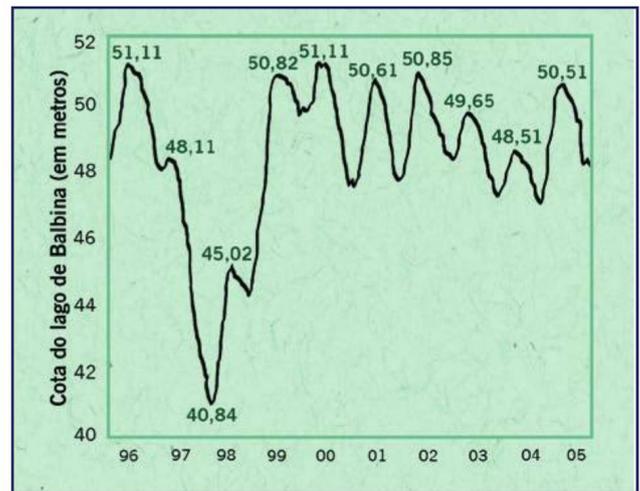


Figura 4. O nível do lago artificial de Balbina, perto da barragem, caiu para menos de 45 m – cota mínima necessária para a geração de energia – entre 1997 e 1998, período de forte ocorrência do fenômeno El Niño

Distrito Industrial de Manaus. Embora as hidrelétricas mais vulneráveis tenham potencial energético relativamente baixo, situam-se em áreas onde está prevista a implantação de outras grandes unidades. Essas futuras usinas, portanto, estarão sujeitas aos efeitos de eventos climáticos extremos e poderão ter seu fornecimento de energia seriamente prejudicado. Assim, antes de construir as novas hidrelétricas projetadas é importante avaliar como os locais escolhidos seriam influenciados pelos fenômenos climáticos conhecidos.

Alternativas limpas Análises do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), entidade científica criada em 1988, sugerem que essas alterações vêm se tornando mais fortes e poderão elevar a temperatura do planeta em mais de 4°C até o final deste século. Isso poderá levar à savanização da Amazônia, ou seja, a transformação da floresta tropical úmida em vegetação similar à savana, com menor biodiversidade. O clima do planeta pode se tornar semelhante a um El Niño permanente e intensificado, o que, além de trazer grandes incêndios florestais e afetar populações terrestres e aquáticas, reduziria o potencial de produção de energia elétrica na Amazônia – e talvez em todo o mundo.

Dos fenômenos extremos já identificados, o Enos mostrou ter a mais significativa influência nos processos naturais amazônicos e, em consequência, no desempenho das hidrelétricas. Está claro que mudanças anormais nos fenômenos climáticos afetam a matriz energética nacional e podem trazer graves problemas ao abastecimento do país. Nossos estudos indicam que esses fenômenos afetam as hidrelétricas de Balbina e Curuá-Una, mas têm pouco ou nenhum efeito em Tucuruí e Samuel. Uma investigação mais aprofundada pretende esclarecer, em breve, as razões dessa diferença.

O planejamento da matriz energética brasileira deve levar em conta os exemplos históricos para evitar a repetição dos acontecimentos que levaram ao declínio antigas civilizações. Assim, análises detalhadas sobre eventos climáticos extremos permitirão evitar os prejuízos da construção de hidrelétricas em locais não apropriados. Além disso, é necessário buscar, para a geração de energia, alternativas limpas e que não sejam tão dependentes de variações climáticas sazonais, para evitar flutuações na produção que prejudiquem a produção agrícola e industrial.

Entre as opções a serem examinadas estão a energia solar, a eólica, a geotérmica e a nuclear. A última, em nossa opinião, é a única que permite grande aumento da geração de energia e que pode atender à demanda atual e futura do país. Os problemas associados a essa opção, como a disposição do lixo radioativo, a possibilidade de acidentes e o risco da confecção de artefatos bélicos (bombas atômicas) são muitas vezes previsíveis e podem ser resolvidos. Aplicar a ciência já adquirida e evoluir para uma nova realidade com respeito à natureza e às futuras gerações é responsabilidade de cada um de nós. 

Sugestões para leitura

CHAVES, R. R. 'Padrões da temperatura da superfície do oceano Atlântico Norte e a convecção de verão sobre a América do Sul – Análise observacional', em *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 23 (1), p. 27, 2005.
 SATYAMURTY, P.; CASTRO, A. A.; TOTA, J.; GULARTE, L. E. S. e MANZI, A. O. 'Rainfall trends in the Brazilian Amazon Basin in the past eight decades' em *Theoretical and Applied Climatology*, v. 99 (1-2), p. 139, 2010.
 YOON, J-H. e ZENG, N. 'An Atlantic influence on Amazon rainfall', em *Climate Dynamics*, v. 34, p. 249, 2010.



Bene dicit
deo et morer

A hanseníase, considerada a doença mais antiga que atinge a humanidade, é curável, mas ainda muito comum no Brasil. Entender os múltiplos aspectos dessa doença infecciosa tem sido um imenso desafio para os cientistas ao longo da história e muitos aspectos básicos continuam enigmáticos. No entanto, graças aos avanços da ciência moderna, a doença e o seu agente causador, o bacilo de Hansen, começam a ser mais bem compreendidos. Novas pesquisas vêm revelando detalhes fascinantes da relação dessa bactéria com o ser humano e permitindo o acúmulo do conhecimento necessário para desenvolver estratégias que possibilitem sua erradicação.

Hanseníase

Lições e desafios

Flavio Alves Lara

Katherine Antunes de Mattos

Luciana Silva Rodrigues

Maria Angela de Mello Marques

Maria Cristina Vidal Pessolani

Laboratório de Microbiologia Celular,

Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz

Ao contrário do que ocorria no passado, a hanseníase tem cura atualmente. Portanto, os indivíduos por ela acometidos merecem a chance de ter uma vida sadia e sem preconceitos. No passado, contudo, isso foi muito diferente. Como não havia tratamento, o desenvolvimento da doença levava a estágios extremamente deformantes, que criavam um verdadeiro terror contra ela. Assim, os portadores de hanseníase eram completamente excluídos da sociedade, perseguidos e muitas vezes mortos.

Infelizmente, por ignorância, esse preconceito ainda permanece forte no Brasil, onde cerca de 40 mil novos portadores do bacilo são diagnosticados por ano (figura 1). Na tentativa de diminuir o estigma sobre esses pacientes, o governo brasileiro instruiu a comunidade médica, em 1976, por meio de um decreto, a abandonar o termo 'lepra', como até então a doença era conhecida (e ainda é no resto do mundo), determinando sua substituição por hanseníase. Em 1995, o uso do termo 'lepra' foi proibido em todo o território nacional.

A hanseníase é uma das doenças mais antigas que afetam a humanidade. Além de diversas citações no 'Antigo' e no 'Novo Testamento', da *Bíblia* cristã, sempre relacionando-a ao pecado e à impureza da alma, há relatos da doença em textos asiáticos de 2,6 mil anos atrás. Estudo recente demonstrou que o esqueleto de um homem indiano que viveu há cerca de 4 mil anos tinha claras evidências de hanseníase. No século 19, a doença constituía grave problema de saúde pública na Noruega e foi lá que o médico Gerhard Hansen (1841-1912) descobriu seu caráter infeccioso e seu causador, uma bactéria. Hansen a identificou em 1873 e deu a ela o nome de *Mycobacterium leprae*.

Essa descoberta incentivou a política de isolamento compulsório dos pacientes em hospitais-colônias até a introdução, na década de 1940, do antibiótico dapsona em seu tratamento. A terapia evoluiu, na década de 1980, para a poliquimioterapia (PQT), que uniu a dapsona a mais dois antibióticos, a rifampicina e a clofazemina. Esse conjunto reduziu o tempo de tratamento para um máximo de dois anos.

>>>

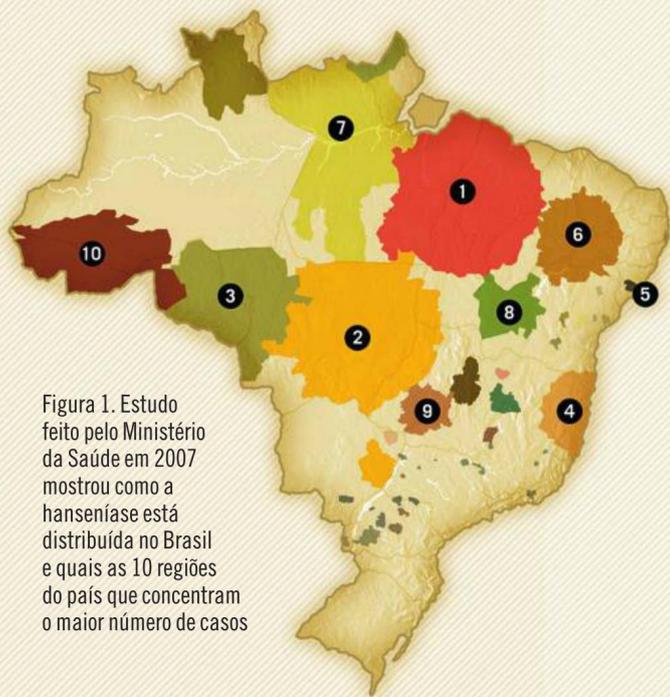


Figura 1. Estudo feito pelo Ministério da Saúde em 2007 mostrou como a hanseníase está distribuída no Brasil e quais as 10 regiões do país que concentram o maior número de casos

Figura 2. Transmissão e manifestações clínicas da hanseníase



Assim que iniciam o tratamento, os doentes não mais transmitem a bactéria, o que torna seu isolamento desnecessário. A PQT, introduzida em todos os países endêmicos com a ajuda da Organização Mundial de Saúde, favoreceu uma redução dramática do número de casos da doença no mundo, de 12 milhões para os atuais 250 mil casos. O rápido diagnóstico da doença e o tratamento dos doentes nos seus estágios iniciais vem fazendo com que formas avançadas da doença sejam cada vez mais raras.

Acredita-se que a principal forma de transmissão do *M. leprae* seja por via aérea, por meio de secreções expelidas (pelo nariz ou pela boca) por doentes não tratados (figura 2). A grande maioria dos expostos ao *M. leprae* não desenvolve a doença, mas fatores genéticos e condições socioeconômicas influem na susceptibilidade individual. Em geral, os sintomas iniciais são manchas esbranquiçadas na pele, com alteração na sensibilidade (dormência). A doença pode evoluir para dois tipos de formas clínicas extremas – e para formas intermediárias entre elas. Na forma lepromatosa, os pacientes apresentam grande quantidade de bacilos e múltiplas lesões de pele, devido a uma resposta imunológica ineficiente contra a bactéria. No outro extremo está a forma tuberculoide, na qual há forte resposta de defesa e, por isso, poucos bacilos e uma ou poucas lesões. Em todas as formas, inclusive as intermediárias, os nervos são afetados.

Simbiose com humanos? Embora a hanseníase seja milenar e o *M. leprae* tenha sido o primeiro micro-organismo identificado como agente causador de uma doença humana, o estudo desse bacilo e de sua relação com os humanos é ainda hoje um grande desafio para os cientistas. Muitas perguntas ainda estão por ser respondidas.

O *M. leprae* apresenta um conjunto de características extremamente interessantes, que o diferem de qualquer outro micro-organismo, mas que também dificultam muito o estudo de sua biologia. Um dos principais motivos do conhecimento limitado sobre a hanseníase se deve ao fato de *M. leprae* ser uma micobactéria que só sobrevive no interior das células hospedeiras, sendo até hoje impossível cultivá-la em laboratório. Por outro lado, sua infecção é extremamente branda para a célula que a hospeda, e até benéfica em alguns aspectos, pois a torna mais resistente à morte celular. Seria, então, um organismo em evolução para viver em simbiose com o ser humano?

No hospedeiro, o bacilo se aloja preferencialmente em dois tipos de células: os macrófagos localizados na pele (células que integram o sistema imunológico e exercem papel central na defesa do organismo contra agentes infecciosos) e as células de Schwann (que recobrem os nervos periféricos e são responsáveis pela produção da mielina, membrana que reveste as fibras nervosas). Essa localização preferencial é responsável pelos principais sintomas da doença: lesões na pele e no sistema nervoso periférico.

Uma explicação para essa grande dependência do bacilo em relação à célula hospedeira surgiu com o sequenciamento completo do material genético (DNA) do *M. leprae*, organizado em apenas um cromossomo circular. A análise desse cromossomo, concluída em 2001 pela equipe do microbiólogo inglês Stewart Cole, no Instituto Pasteur, na França, trouxe grandes surpresas. A comparação com o DNA da bactéria evolutivamente mais próxima, *Mycobacterium tuberculosis* (causadora da tubercu-

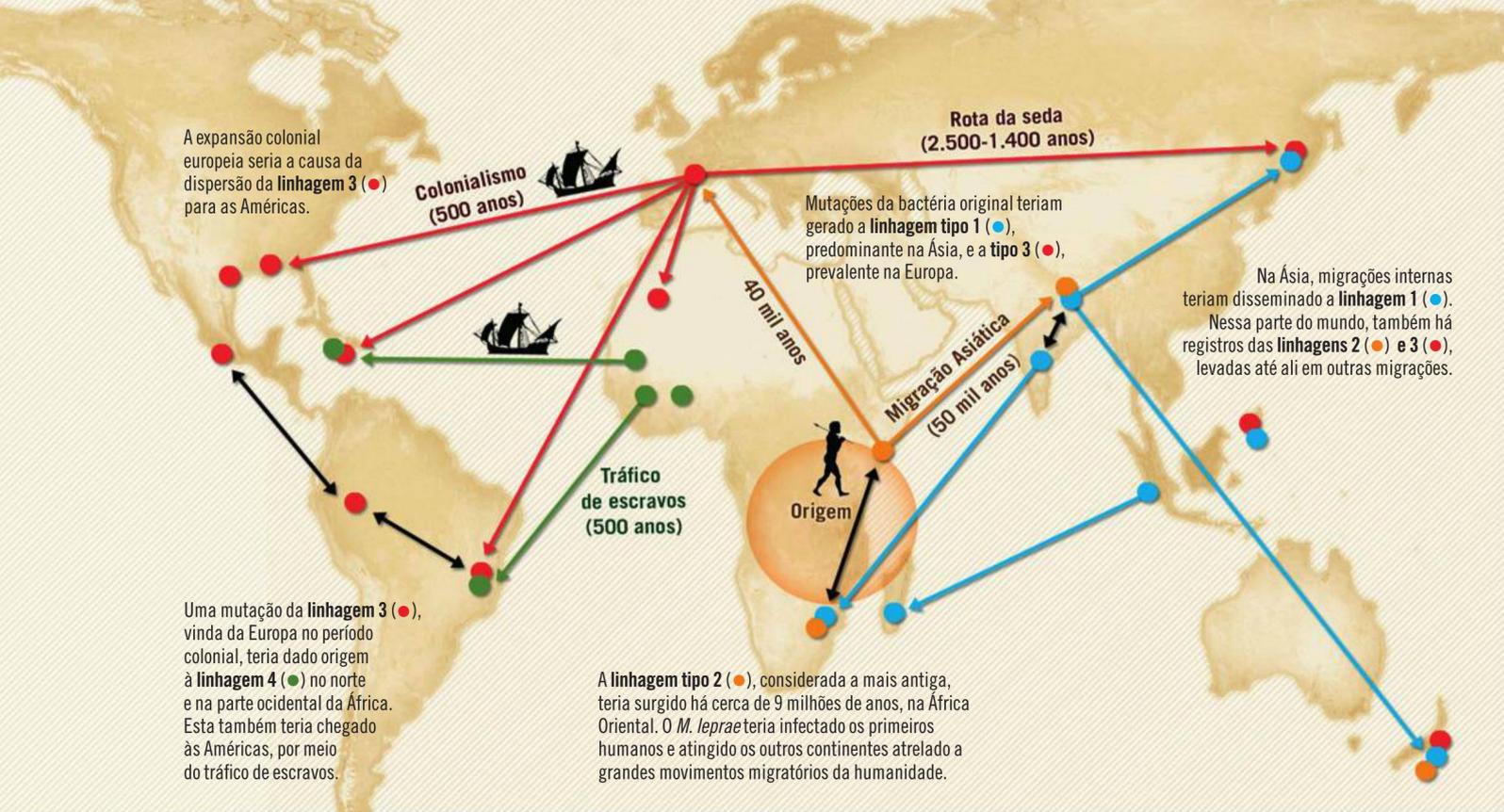


Figura 3. O estudo das linhagens de *M. leprae* existentes levou à proposta de que a doença surgiu na África e dali se dispersou pelo mundo

lose), que já havia sido sequenciado, revelou que o do *M. leprae* é 25% menor e que 50% dele é formado por genes que perderam sua função devido ao acúmulo de mutações. Em outras palavras, o *M. leprae* tem um número muito reduzido de genes funcionais e isso o torna muito dependente de um nicho intracelular específico, onde a facilidade de obtenção de nutrientes e as condições ambientais estáveis garantem sua sobrevivência.

Essa redução também explicaria o tempo extremamente lento de duplicação da bactéria, de 13 dias (algumas bactérias que vivem no intestino humano se dividem em 20 minutos). Portanto, como outras bactérias com nicho intracelular, o *M. leprae* sofreu, durante sua evolução, um processo conhecido como evolução reducional. A lenta duplicação da bactéria pode ainda ser a razão do longo período de incubação da doença (de dois a cinco anos) e de sua evolução lenta (crônica).

Isso também seria a causa da relação relativamente harmoniosa entre os humanos e essa bactéria. Os pacientes com a forma lepromatosa têm um número imenso de bactérias, que se alojam em múltiplos tecidos, inclusive no sangue, onde podem chegar a 100 mil por mililitro – o sangue, portanto, atua como meio de cultura, favorecendo a multiplicação e a perpetuação do bacilo. No entanto, apesar dessa excessiva carga bacilar, que em qualquer outra infecção seria fatal, a hanseníase raramente leva o doente à morte. Esta ocorre por outros motivos.

O sequenciamento do genoma do *M. leprae* também permitiu o início de estudos importantes que visam controlar a doença. Um exemplo está no desenvolvimento de testes de laboratório que detectem indivíduos infec-

tados com a bactéria, mesmo antes de apresentarem sintomas, o que ainda hoje não é possível em larga escala, apesar de avanços importantes terem ocorrido em nível laboratorial.

Sabemos que as células de defesa do nosso sangue respondem a antígenos conhecidos produzindo a proteína interferon-gama. Desse modo, a seleção de sequências de genes presentes apenas no DNA de *M. leprae*, não compartilhadas com qualquer outra espécie conhecida de micobactéria – vem permitindo a produção, por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz, de proteínas e fragmentos de proteína (peptídeos) úteis para o diagnóstico sorológico da doença. Em contato com o sangue de pessoas infectadas, esses antígenos são ‘reconhecidos’ apenas pelas células de defesa que já os ‘viram’, e isso gera um sinal de alerta, o interferon-gama. Com esse método, é possível diagnosticar a doença antes de sua disseminação pelo corpo, cortando a cadeia de transmissão. Infelizmente, o método ainda é caro e de alta complexidade para aplicação em larga escala. A reprodução e a manutenção dessa resposta de memória em indivíduos, com o uso desses mesmos peptídeos, permitirá, em futuro não muito distante, o desenvolvimento de uma vacina contra a doença.

Por ora, esses estudos, ainda em andamento, têm confirmado a ideia de que o *M. leprae* é facilmente transmitido para indivíduos que moram com o doente não tratado, e até para vizinhos e amigos de trabalho, por exemplo. Por outro lado, o bacilo é pouco patogênico, causando a doença apenas em uma parcela muito pequena da população exposta a ele.

>>>

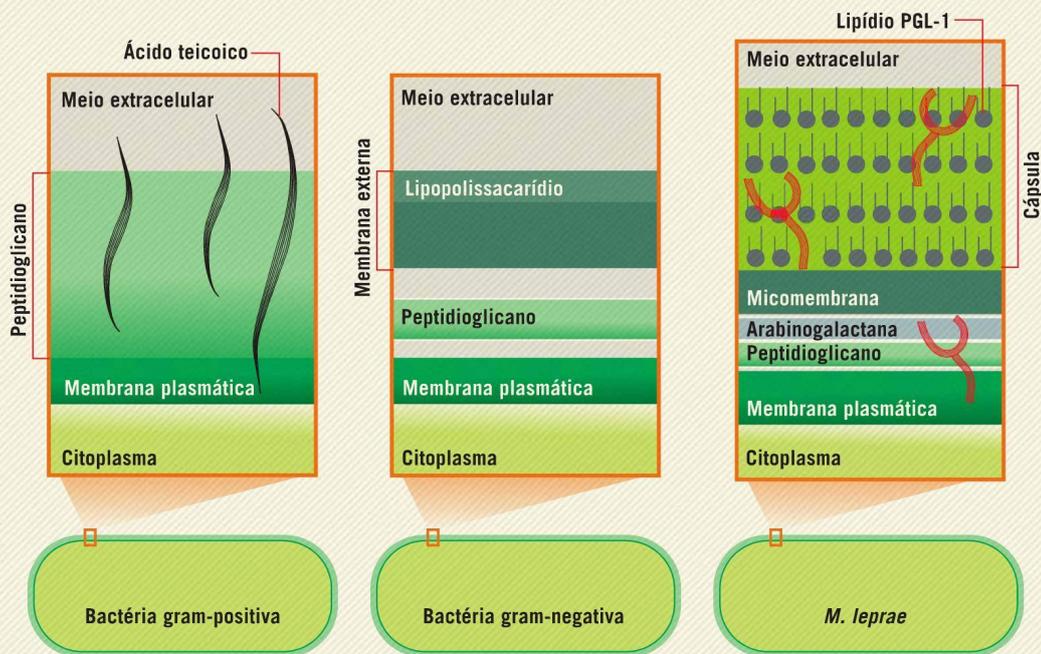


Figura 4. Comparação da composição química do envelope de bactérias gram-positivas e gram-negativas e do *M. leprae* (as imagens mostram cortes transversais). O envelope desse bacilo se parece com o das bactérias gram-negativas, pois em ambos há uma segunda membrana, além da membrana plasmática presente em toda bactéria

Um clone no mundo O sequenciamento do genoma do bacilo permitiu ao grupo do Instituto Pasteur estudar sua variabilidade genética, comparando bactérias obtidas em diferentes partes do mundo. Esse trabalho revelou aspectos históricos interessantes sobre o *M. leprae* e sobre a dispersão da hanseníase pelo mundo. As análises mostraram que os DNAs das quatro linhagens encontradas são praticamente idênticos (99,995%). O próprio Cole mostrou surpresa: “O *M. leprae* é a bactéria com a menor diversidade genética que conheço. O mundo inteiro foi infectado por apenas um clone”. Isso significa que, em milhões de anos, o *M. leprae* sofreu pouquíssimas mutações.

Analisando o tipo de mutação identificado nessas quatro cepas e sua localização no mundo, os pesquisadores propuseram que a cepa tipo 2, encontrada na Etiópia, seria a mais antiga e teria originado as demais. Assim, a área de origem da hanseníase seria a região oriental da África, exatamente onde também se supõe ter surgido o homem moderno. Dali, a doença teria se dispersado de forma ordenada pelo mundo, acompanhando os grandes movimentos migratórios da humanidade (figura 3).

As análises mostram claramente, por exemplo, que a doença é muito recente no continente americano, tendo sido trazida pelo colonialismo europeu e pelo tráfico de escravos, vindos da África Ocidental. Essa constatação contradiz a ideia inicial de que a hanseníase teria sido trazida pelos primeiros humanos que chegaram às Américas, a partir da Ásia, através do estreito de Bering.

Saber para combater Para melhor entender como a doença se instala e progride, e assim poder desenvolver testes para o diagnóstico precoce, vacinas para a prevenção e novos medicamentos para o tratamento, é essencial conhecer a composição do *M. leprae*. Além de decifrar seu material genético, é preciso identificar o conjunto

de proteínas, açúcares (carboidratos) e gorduras (lipídios) que compõem o bacilo e a importância dessas moléculas na interação com o hospedeiro e no processo da doença.

Essas pesquisas exigiam ter em mãos grande quantidade de bactérias, mas isso não era possível, porque não se conseguia cultivar o *M. leprae* fora do corpo humano. Será que o bacilo se multiplicaria em outros animais? Desde o início do século 20, a bactéria foi introduzida, em vão, em diversos animais: sapos, cobras, peixes, aves, cães, gatos, porcos... Em poucos dias, todos os bacilos estavam mortos. De todos os animais testados, apenas um desenvolveu hanseníase: o tatu *Dasyus novemcinctus*, conhecido no Brasil como tatu-de-nove-bandas, tatu-galinha, tatu-de-folha, tatuetê, tatu-veado ou tatu-verdadeiro. A descoberta ocorreu em 1968, nos Estados Unidos.

Quando recebem bacilos por inoculação intravenosa, os tatus desenvolvem a hanseníase de modo semelhante aos humanos e podem apresentar as mesmas formas clínicas, sendo predominante a forma lepromatosa, na qual há profusão de bacilos em todo o corpo. São comuns lesões de pele e comprometimento dos nervos periféricos, como em humanos. As células-alvo do bacilo, nos tatus, são também as mesmas: macrófagos de pele e células de Schwann. No corpo desses animais, a bactéria alcança números extremamente altos, chegando a extraordinários um trilhão (10^{12}) de bacilos por tatu.

Ao identificar a suscetibilidade dos tatus ao bacilo, os cientistas imediatamente se perguntaram se os tatus selvagens, comuns nas regiões onde décadas antes existiam os chamados leprosários, estariam infectados. Estudos identificaram indivíduos infectados nas populações selvagens de tatus e também revelaram que esses animais doentes podem contaminar humanos, principalmente os caçadores, que manipulam sua apreciada carne. Mas os tatus não são reconhecidos como um problema de saúde pública, pois ocorrem apenas nas Améri-

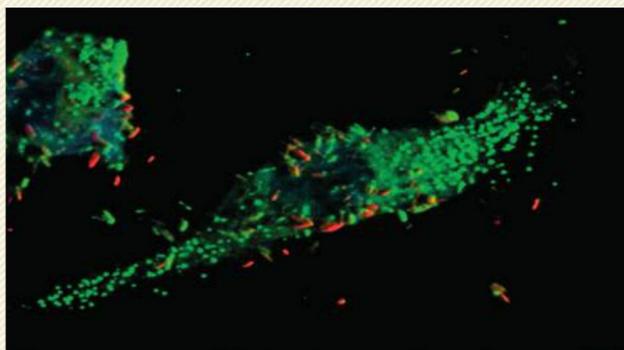


Figura 5. O *M. leprae* induz nas células hospedeiras a produção de gorduras que o ajudam a sobreviver e causar a hanseníase. A imagem (por microscopia de fluorescência) mostra gotículas de gordura (em verde) em uma célula de Schwann infectada pela bactéria (em vermelho). Essas gotículas estimulam a produção de moléculas que inibem a migração de células de defesa do hospedeiro para o local da infecção

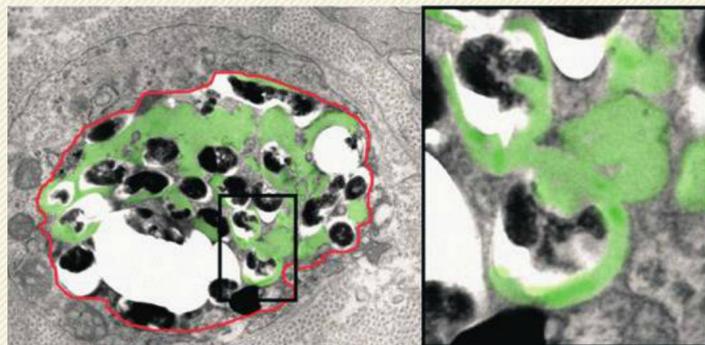


Figura 6. Acredita-se que as gotículas de gordura também servem como fontes de nutrientes para o bacilo de Hansen. A imagem (por microscopia eletrônica) de uma célula de Schwann infectada, delimitada pela linha vermelha, mostra que, no processo denominado fagocitose, a célula engloba não apenas bactérias, mas também gotículas de gordura – no detalhe, vesículas (fagossomas) com *M. leprae* (pontos mais escuros) e gordura (áreas em verde)

cas, enquanto a transmissão de hanseníase é frequente também na Ásia.

Graças aos tatus, os cientistas passaram a dispor de quantidades imensas de *M. leprae* e puderam iniciar estudos sobre sua composição. Uma descoberta inicial foi constatar que, como outras micobactérias, o bacilo de Hansen também era recoberto por um envelope celular muito rico em gorduras (lipídios) (figura 4). Essa estrutura, considerada o ‘esqueleto’ que determina tamanho e formato das bactérias, está situada na parte mais externa delas e por isso desempenha papel fundamental em sua interação com o ambiente externo (no *M. leprae*, com as células do hospedeiro).

As micobactérias, inclusive a da hanseníase, são consideradas ‘gordurosas’ por apresentarem muitos lipídios em sua superfície, o que as torna muito resistentes a vários antibióticos, à esterilização química e aos mecanismos de defesa dos hospedeiros. No caso do *M. leprae*, a camada mais externa da superfície contém grande abundância de um lipídio – denominado PGL-I – não encontrado em outras bactérias desse tipo. Como o organismo humano produz anticorpos contra essa molécula, um teste de laboratório capaz de detectá-los tem sido usado para identificar indivíduos infectados com grandes quantidades do bacilo. O método, porém, não é eficiente para diagnosticar a doença em pacientes com baixa quantidade de bactérias no sangue.

Outras pesquisas buscaram identificar, com técnicas como a eletroforese bidimensional e a espectrometria de massa, as diferentes proteínas que compõem a bactéria, estimadas em cerca de 1,6 mil. Esse estudo pode dar pistas valiosas sobre o estilo de vida da bactéria no hospedeiro – por exemplo, do que ela se alimenta.

Os cientistas aprenderam, com essas análises, que o metabolismo de lipídios é muito importante para o bacilo, porque, embora este tenha perdido, em sua evolu-

ção, vários genes envolvidos na síntese ou degradação de proteínas e açúcares, os processos que envolvem lipídios continuam intactos. Isso levou à descoberta de que *M. leprae* induz, nas células hospedeiras (tanto em macrófagos quanto em células de Schwann), a produção e o acúmulo de gotículas de gordura que a abrigam (figura 5). Além disso, essas gotículas são recrutadas para junto da bactéria, e possivelmente servem como fonte de nutrientes, suprindo suas deficiências metabólicas, e como proteção contra as defesas celulares (figura 6).

Finalmente, o aumento dessas gotículas desempenha papel importante na produção, pela célula hospedeira, de moléculas anti-inflamatórias (como a prostaglandina E_2 , entre outras) que bloqueiam as defesas do próprio hospedeiro, favorecendo a sobrevivência do bacilo. Esse achado é relevante, porque pode levar a novas drogas que evitem a síntese de gorduras, facilitando o reconhecimento e a destruição da bactéria pelo sistema de defesa humano. Nessa mesma linha, têm sido realizados no Brasil estudos visando adaptar as estatinas, drogas usadas para reduzir os níveis de colesterol, ao coquetel de combate à hanseníase, tornando o tratamento mais rápido, eficiente e barato, objetivo de muitos laboratórios e pesquisadores que trabalham atualmente com a doença. **CR**

Sugestões para leitura

SCOLLARD, D. M. E outros. ‘The continuing challenges of leprosy’, em *Clinical Microbiology Reviews*, v. 19, p. 338, 2006.

VEJA MAIS NA INTERNET

- >> http://www.morhan.org.br/views/upload/hanseniasi_direitos_humanos_web.pdf
- >> http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=30688 http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/caderno_de_indicadores_hanse_brasil_01_a08_atual.pdf

CANGAS

*Ilhas de ferro estratégicas
para a conservação*



Extensas áreas de cangas ainda estão conservadas, como a da região do vale do rio Peixe Bravo (MG), mas todas são alvo de projetos de mineração – em primeiro plano, população de *Encholirium reflexum*, bromélia rara encontrada apenas naquela localidade

As cangas são afloramentos de rochas ferruginosas, formados há milhões de anos. Esses geoambientes abrigam centenas de espécies raras, cavernas e locais de interesse para o estudo de antigos ambientes, e ainda fornecem serviços ecológicos vitais, como a recarga dos rios. Entretanto, por recobrirem imensas jazidas de minério de ferro, estão entre as regiões mais ameaçadas do país. Embora sejam um importante patrimônio natural, não existem políticas públicas adequadas à sua especificidade, configurando um dos cenários mais desafiadores para a conservação no Brasil.

Flávio Fonseca do Carmo

Felipe Fonseca do Carmo

Iara Christina de Campos

*Programa de Pós-graduação em Ecologia,
Conservação e Manejo da Vida Silvestre,
Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais*

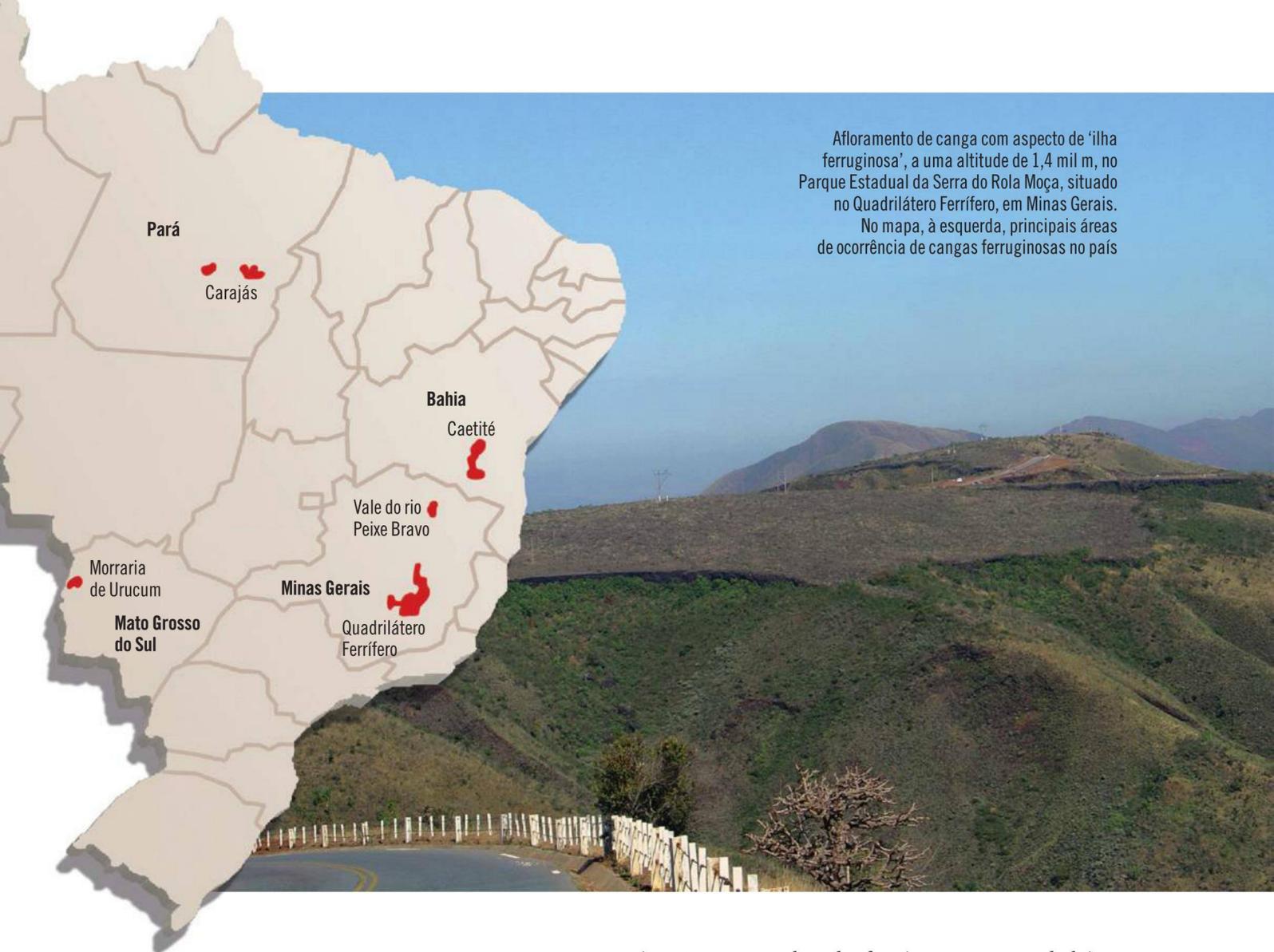
e Claudia Maria Jacobi

*Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências
Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais*

As cangas são ambientes resultantes da atuação, ao longo de milhões de anos, de chuvas, enxurradas, calor e ventos em rochas ricas em ferro. Essas ‘courageiras’ recobrem – como se fossem ‘ilhas’ – uma matriz geológica em que predominam as chamadas formações ferríferas bandadas, que alternam camadas de óxido de ferro e de outros minerais, depositadas há bilhões de anos. Assim, as cangas e as formações ricas em ferro abaixo delas compõem um geossistema único, por constituir um registro geológico da história da evolução da Terra.

No Brasil, a maioria desses geossistemas ocorre em Minas Gerais, em especial em três regiões: no Quadrilátero Ferrífero (região metropolitana da capital mineira, Belo Horizonte), próximo às cidades de Serro e Conceição do Mato Dentro (centro-leste do estado) e ao longo do vale do rio Peixe Bravo (norte do estado). Importantes áreas de cangas ocorrem ainda em Carajás (PA), Caetité (BA) e Morraria de Urucum (MS).

>>>



Afloramento de canga com aspecto de 'ilha ferruginosa', a uma altitude de 1,4 mil m, no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, situado no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais.
No mapa, à esquerda, principais áreas de ocorrência de cangas ferruginosas no país

Cerca de 20% das cavernas catalogadas no Brasil ocorrem nos geossistemas ferruginosos. Recentemente, novo sítio espeleológico ferruginoso, contendo dezenas de cavernas, foi descrito no vale do rio Peixe Bravo. Também foram descobertas nessa região paleotocas, ou seja, estruturas em forma de túneis, atribuídas à escavação por animais extintos, provavelmente tatus gigantes, que viveram no território brasileiro por milhões de anos, até cerca de 10 mil anos atrás. Registros de paleotocas ocorrem ainda em cangas no Quadrilátero Ferrífero e na região de Carajás.

Artefatos de cerâmica e pedra encontrados em sítios arqueológicos associados às cangas indicam que as áreas onde estas ocorrem foram ocupadas por populações humanas entre 1,5 mil (Quadrilátero Ferrífero) e 9 mil anos atrás (Carajás). Também foram descritos, em cangas de Morraria do Urucum, desenhos na couraça ferruginosa realizados por antigos povos indígenas. Esses interessantes registros arqueológicos são conhecidos como petróglifos.

Os afloramentos ferruginosos fornecem serviços ecológicos vitais, não apenas para o ambiente natural, mas também para a população humana. As cangas agem como importantes áreas de recarga hídrica. Devido à enorme quantidade de poros, fendas, fissuras, canais e cavidades

existentes nesses solos, eles funcionam como verdadeiras esponjas, transferindo com eficiência a água da chuva para o interior das montanhas. No Quadrilátero Ferrífero, por exemplo, as cangas e formações ferríferas abaixo delas constituem o principal sistema de aquíferos, que armazenariam – estimativa obtida por estudos geológicos – cerca de 4 bilhões de m³ (volume que pode ser explorado) de água. Esse geossistema contém milhares de nascentes e vários mananciais que abastecem a região metropolitana de Belo Horizonte.

Ameaça à biodiversidade As cangas são compostas por até 90% de óxidos de ferro e contêm solos muito ácidos, rasos, com reduzidos índices de fertilidade e temperaturas que atingem quase 70°C na superfície. É surpreendente que plantas e animais consigam sobreviver nessas condições extremas. No entanto, ao contrário do que se imagina, esse tipo de ambiente abriga comunidades de plantas e invertebrados caracterizadas por alta taxa de endemismo (praticamente só existem ali) e raridade. As condições ambientais, somadas ao isolamento geográfico e à antiguidade das cangas, provavelmente contribuíram para a formação dos cenários evolutivos responsáveis pelo relevante número de espécies com distribuição restrita a uma ou poucas localidades.

No Brasil, dezenas de plantas raras e endêmicas de cangas foram recentemente catalogadas. Esse número, porém, possivelmente está subestimado, pois os estudos sobre a flora desse ambiente são escassos. Mesmo nas serras do Quadrilátero Ferrífero, região exaustivamente inventariada desde as expedições dos naturalistas do século 19, é comum a descoberta de espécies novas para a ciência.

Assim como os estudos florísticos, também são escassos os estudos sobre as comunidades animais das cavernas, e frequentes os achados de espécies novas. Os ecossistemas subterrâneos abrigam grande número de espécies de invertebrados, e entre eles há organismos adaptados a viver apenas dentro dessas cavidades (chamados de troglóbios). Esses animais tornaram-se exclusivos do ambiente subterrâneo, caracterizado pela ausência de luz, devido ao isolamento nesse meio por muitas gerações, o que levou à seleção de alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais.

Por sua história evolutiva, os organismos troglóbios são alvo de atenção especial de estudos biológicos e recebem proteção da legislação ambiental. O Decreto 6.640, de 2008, garante a preservação não apenas desses organismos, mas também a proteção total das cavidades onde são encontrados e das áreas mais próximas.

As cangas recobriam grandes áreas desse trecho de serra (abaixo), no Quadrilátero Ferrífero (MG), antes da extração do ferro. Após a retirada do minério aproveitável, grandes montes de rejeitos com baixa concentração do metal são erguidos ao lado das minas. À direita, a formação geológica denominada 'ferrífera bandada' é composta por diversas camadas, e as vermelhas são constituídas por óxidos de ferro

Lagoas temporárias ou perenes na superfície das cangas e no interior das cavernas são ambientes fundamentais para a manutenção de organismos aquáticos, principalmente invertebrados e anfíbios, ainda pouco estudados. Algumas lagoas sobre cangas do Quadrilátero Ferrífero estão localizadas a quase 1,8 mil m de altitude, e as maiores lagoas desse tipo podem ocupar dezenas de hectares, como as situadas na serra dos Carajás.

Mais demanda, mais impactos O Brasil é o segundo produtor mundial de minério de ferro. Em 2010, foram extraídos no país cerca de 370 milhões de toneladas. A maior parte (cerca de 65%) foi produzida no Quadrilátero Ferrífero, que concentra quase 80% das minas de extração de ferro do país. A serra dos Carajás



responde por cerca de 30% da produção nacional, embora tenha poucas minas. Atualmente, o principal comprador do minério brasileiro é a China, para onde vai quase 60% de toda a exportação. Considerando que o déficit chinês para essa matéria-prima é de cerca de 1 bilhão de toneladas, a expectativa de crescimento do setor mineral é a melhor possível.

O governo brasileiro, embasado nesse cenário favorável, prevê que a produção anual alcançará 1,1 bilhão de toneladas até 2030. Esse volume corresponderia à produção brasileira de toda a década de 1990 ou à produção mundial de 2003. Para isso, serão investidos quase US\$ 40 bilhões no período 2010-2015. Esse aumento da produção, porém, pode gerar uma degradação ambiental com efeitos catastróficos para os geossistemas ferruginosos, deixando um passivo ambiental incalculável.

Segundo a legislação atual, os impactos ambientais resultantes da extração do minério de ferro são classificados como diretos, de alta magnitude e irreversíveis. Essa classificação deve-se basicamente à forma de extração e processamento do minério, que resulta na completa des-

truição da paisagem na região da jazida explorada. As maiores jazidas podem ter extensão (perímetro linear) de 30 km e profundidade de 0,5 km, em geral alcançando o lençol freático. As cangas que recobrem a jazida são descartadas na extração do minério, feita com o uso de milhares de toneladas de explosivos.

No processo de extração, o minério é beneficiado e o material restante, com baixo teor de ferro (chamado de estéril) é descartado e armazenado em pilhas enormes ao lado das cavas de extração. O processo de beneficiamento, por sua vez, quando feito por lavagem e peneiramento, gera o resíduo conhecido como 'polpa' e com aspecto semelhante à lama. No Brasil, o método mais comum para a deposição dessa polpa são barragens de contenção, com frequência localizadas em vales naturais. Em muitos casos, a vegetação desses vales – quase sempre formações florestais associadas à rede de drenagem – é degradada ou suprimida.

As jazidas e, portanto, as principais cavas de extração frequentemente estão situadas nos topos ou encostas de áreas montanhosas de onde partem densas redes hidrográficas. O próprio geossistema ferruginoso constitui um aquífero, com alta capacidade de recarga e armazena-

Em primeiro plano, uma planta rara, da família das verbenáceas (*Stachytarpheta ajugifolia*), cresce sobre a canga, no Quadrilátero Ferrífero. Ao fundo, início da exploração de minérios de ferro



mento de água. Assim, o potencial de poluição ao longo de todo o sistema é bastante elevado quando ocorrem alterações de grande magnitude nas partes mais altas do relevo.

A obrigação de recompor a área atingida pela mineração está prevista no artigo 225 da Constituição, e a Lei 6.938, de 1981, determina que as mineradoras submetam à aprovação dos órgãos ambientais um plano de recuperação da área degradada, que permita obter um ambiente recuperado estável, mas não há consenso sobre como isso deve ser feito. Alguns estudos sobre a aplicação e os resultados desses planos indicaram que, em geral, eles apresentaram uma abordagem incompleta e superficial dos objetos investigados: uma das principais deficiências apontadas foi o desconhecimento das características dos ecossistemas atingidos pela atividade de mineração.

A três décadas da extinção? A destruição e a degradação de áreas naturais são as principais causas de extinções de espécies. Estudos recentes revelam que a degradação pode causar o colapso das funções, serviços e processos ecológicos de um ambiente antes mesmo da extinção das espécies que nele ocorrem. Em todo o país, milhares de hectares de cangas foram irreversivelmente destruídas para a abertura de dezenas de cavas de extração de ferro. Em situações extremas, como no Quadrilátero Ferrífero e em Carajás, quilômetros contínuos de montanhas já foram totalmente tomados pela mineração.

A partir desse contexto, a preservação dos afloramentos de cangas constitui ação estratégica para conservar importante parcela da biodiversidade brasileira. Ao mesmo tempo, essa atitude beneficiaria não apenas plantas e animais associados a esses ecossistemas, mas também a sociedade humana, garantindo a manutenção dos serviços e funções ecológicas, além da perpetuação do patrimônio cultural e ambiental para as próximas gerações.

A realização de estudos para estabelecer a valoração ambiental das cangas ferruginosas seria fator relevante para uma abordagem racional do uso dos recursos naturais. A valoração ambiental possibilitaria incorporar o capital natural, de maneira adequada, nas análises de custo-benefício dos projetos de mineração e nas medidas compensatórias relacionadas aos processos de licenciamento ambiental de atividades que resultam em significativos impactos ambientais. No entanto, a adoção de políticas públicas que reduzam as ameaças aos geossistemas ferruginosos, embora possível, parece improvável.

Atualmente, as áreas outorgadas oficialmente às empresas mineradoras de ferro abrangem cerca de 300 mil km² do território brasileiro, e nelas situam-se mais de 99% dos afloramentos de canga. O Plano Nacional de Mineração, publicado em 2010 pelo Ministério das Minas e Energia, prevê vida útil máxima de



Detalhe de marcas de garras da megafauna extinta descobertas em geossistema ferruginoso, no vale do rio Peixe Bravo (MG)

29 anos para todas as reservas lavráveis de ferro conhecidas no país. Embora os geossistemas ferruginosos estejam em situação de vulnerabilidade máxima, ainda não estão adequadamente representados no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Menos de 1% das áreas de cangas estão incluídas em unidades de conservação de proteção integral, como parques nacionais ou estaduais.

Algumas das principais localidades de cangas no Brasil ainda abrigam extensas áreas sem grandes alterações na paisagem: as principais são Carajás, o vale do rio Peixe Bravo e a serra de Gandarela (ver 'Levada a ferro e fogo', em CH 283), localizada no Quadrilátero Ferrífero. Em todas essas áreas, porém, projetos de mineração estão em fase de licenciamento ou implantação. Esse provavelmente é um dos cenários mais desafiadores para a conservação ambiental no Brasil. **CH**

Sugestões para leitura

- CARMO, F. F.; CARMO, F. F.; SALGADO, A. A. R. e JACOBI, C. M. 'Novo sítio espeleológico em sistemas ferruginosos no vale do rio Peixe Bravo, norte de Minas Gerais, Brasil', em *Espeleo-Tema*, v. 22(1), p. 79, 2011.
- JACOBI, C. M., CARMO, F. F. e CAMPOS, I. C. 'Soaring extinction threats to endemic plants in brazilian metal-rich regions', em *AMBIO*, v. 40(5), p. 540, 2011.
- JACOBI, C. M. e CARMO, F. F. (org.). *Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero*. Belo Horizonte, Editora IDM, 2012.
- LIMA, H. M., FLORES, J. C. C. e COSTA, F. L. 'Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo', em *Revista da Escola de Minas de Ouro Preto*, v. 59(4), p. 397, 2006.

Sutil é a natureza... Foi preciso esperar até o final do século 19 – portanto, pouco mais de 100 anos desde a descoberta do urânio – para se perceber que esse elemento químico e seus sais emitiam radiações. Pouco mais de 40 anos se passaram para se descobrir que o urânio se partia espontaneamente em dois fragmentos de tamanhos comparáveis. E mais quase meio século para se notar que essas frações nucleares podiam ser bem diferentes – nesse caso, manifestava-se a chamada radioatividade exótica, tema deste artigo. Nas próximas páginas, o leitor se defrontará com alguns dos principais fatos da saga pelo entendimento de mais esse mistério com que a natureza nos desafiou.

Odilon A. P. Tavares

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

RADIOATIVIDADE EXÓTICA

O urânio – por analogia a Urano, nome do sétimo planeta do Sistema Solar – é um dos 90 elementos químicos encontrados na natureza. Em 1789, foi descrito e caracterizado pela primeira vez pelo químico alemão Martin Klaproth (1743-1817), que o identificou na pechblenda, minério cinza escuro abundante nas minas de Joachimsthal, na Boêmia (hoje, República Tcheca).

Os sais de urânio apresentavam coloração amarelada viva – às vezes, amarelo-esverdeada. Por isso, foram usados, no século 19, para dar cor a objetos de vidro. Esses sais também exibiam fosforescência, o que os tornava valiosos e atraentes. Em pouco mais de um século, vários compostos de urânio passaram pelas mãos de químicos e artesãos, sem que esses profissionais tivessem notado – e, se notaram, não registraram – algo que diferenciasse o urânio dos demais elementos conhecidos.

A diferença foi finalmente percebida pelo físico francês Henri Becquerel (1852-1908). Em 1896, investigan-

do a fosforescência de compostos de urânio, ele anunciou, em Paris, sua descoberta: os sais de urânio emitiam misteriosamente radiações invisíveis, de forma espontânea e persistente, sendo elas capazes de escurecer chapas fotográficas e atravessar corpos opacos à luz. Essas radiações eram encontradas também no tório (elemento químico descoberto em 1828) e em seus sais.

A natureza, a origem e as propriedades dessas radiações foram sendo compreendidas paulatinamente nas três décadas seguintes. Exemplo nesse sentido se deu, na Inglaterra, com o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), que identificou, em 1898, dois tipos diferentes de radiações emitidas pelo urânio, ambas de natureza corpuscular: i) raios alfa, facilmente absorvidos pelos materiais; ii) raios beta, de maior poder de penetração. Naquele mesmo ano, em Paris, o casal de físicos Pierre (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934) – ela criou o termo ‘radioatividade’ e outros correlatos – identificou dois novos elementos radioativos: polônio e rádio.

Origens de uma forma rara de desintegração do núcleo atômico

Viagem ao centro do átomo Em 1900, Becquerel identificou os raios beta como sendo elétrons. Nove anos depois, após sucessivos avanços do conhecimento sobre a radioatividade, a natureza dos raios alfa foi revelada por Rutherford e o químico inglês Thomas Royds (1884-1955): tratava-se de átomos do elemento químico hélio que haviam perdido os dois elétrons – portanto, dotados agora de carga elétrica +2. A natureza das partículas alfa só veio a ser conhecida poucos anos depois, por meio de uma impressionante conclusão do próprio Rutherford, como veremos a seguir.

Em experimentos em que partículas alfa eram lançadas contra uma finíssima lâmina de ouro, Rutherford, o físico alemão Hans Geiger (1882-1945) e o físico anglo-neozelandês Ernest Marsden (1889-1970) notaram que algumas poucas dessas partículas ricocheteavam de volta, quase em direção à fonte radioativa que as emitia.

A explicação para esses eventos raros, intrigantes, surpreendentes e enigmáticos conduziu Rutherford, em 1911, a uma das descobertas mais importantes da história da física:

o átomo era dotado de um núcleo, isto é, de uma região central ultraminúscula – de dimensão por ele estimada em um trilionésimo de centímetro –, contendo a carga elétrica positiva e praticamente (99,97%) toda a massa do átomo (ver ‘100 anos com o núcleo atômico’, em *CH* 278).

Fuga pelo túnel Foi somente na década de 1920, com o advento da mecânica quântica – teoria que lida com os fenômenos nas dimensões atômicas e subatômicas – que a radioatividade alfa pode ser satisfatoriamente explicada. Para isso, foi proposto, em 1928, o chamado ‘efeito túnel’.

Dito de modo simples, o efeito túnel foi a explicação encontrada de como uma partícula alfa consegue vencer a barreira eletrostática criada ao redor do núcleo para dele escapar. Esse fenômeno foi batizado tunelamento quântico (figura 1). Fazendo uma analogia, podemos pensar em uma prisão na qual os condenados (no caso, as partículas alfa), confinados em suas celas (núcleo), se >>>

veem impossibilitados de fugir. Embora ainda tenham energia para se movimentar e agir, eles não têm energia suficiente para romper as paredes da cela ou arrombar as grades. Entretanto, alguns poucos conseguem cavar um túnel e, assim, escapar da prisão.

A teoria quântica do efeito túnel também permitiu calcular quantas partículas alfa uma amostra de um elemento radioativo emissor dessa radiação emite a cada segundo. Com base nessa teoria – e para ficarmos num só exemplo –, calcula-se que 20 miligramas de urânio metálico (quantidade equivalente a um cubo de 1 milímetro de lado) emitem 200 alfas por segundo, em completo acordo com o que se observa na prática.

Induzida e espontânea No começo da década de 1930, os físicos tinham uma imagem do átomo que, à época, se acreditava completa: um núcleo – formado por prótons e nêutrons –, ao redor do qual orbitam os elétrons.

Os nêutrons, descobertos em 1932 pelo físico inglês James Chadwick (1891-1974), passaram a ser preferidos como projéteis em reações nucleares, pois, por não terem carga elétrica, conseguem penetrar com mais facilidade o núcleo. Valendo-se desse expediente, os químicos alemães Otto Hahn (1879-1968) e Fritz Strassmann (1902-1980), em Berlim, conseguiram mostrar, em dezembro de 1938, evidências de que núcleos de urânio, toda vez que eram bombardeados com nêutrons de baixa energia, partiam-se em fragmentos de massas comparáveis. Essa foi a descoberta de um fenômeno inteiramente novo: a fissão nuclear.

Um ano depois, em Moscou, dois físicos russos, Georgii Flerov (1913-1990) e Konstantin Petrzhak (1907-1998), mostraram, pela primeira vez, que o fenômeno ocorria, mas de forma espontânea, no urânio-238 – o número in-

dica a soma de prótons e nêutrons nos núcleos desse elemento, ou seja, o número de massa –, sem a necessidade da incidência de nêutrons. Tratava-se de um novo modo de desintegração nuclear natural: a fissão espontânea. Esta se mostrou bastante rara no urânio-238, acontecendo na proporção de uma desintegração para cada 2 milhões de emissões alfa.

Em 1995, confirmou-se experimentalmente também a fissão espontânea no tório natural, ainda mais rara – uma fissão para cada 8 bilhões de emissões alfa.

Desde a década de 1940, sabia-se que o modo mais provável de fissão é a bipartição nuclear, na qual os números de massa dos núcleos produzidos estavam na proporção de 2 para 3.

A forma exótica A baixíssima taxa de desintegração por fissão espontânea observada no urânio-238 estimulou vários grupos experimentais a investigar mais cuidadosamente o fenômeno, inclusive um grupo de físicos nucleares do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro (RJ) – do qual o autor fazia parte.

Na década de 1970, essa equipe de brasileiros empregou a chamada técnica das emulsões nucleares – ou, simplesmente, ionografia. Uma emulsão nuclear nada mais é do que um tipo especial de chapa para fotografias em preto e branco, ou seja, uma pequena placa de vidro sobre a qual está depositada uma camada fina (centenas de milésimos de milímetro) de gelatina, meio em que estão ‘suspensos’ grãos de um sal de prata (em geral, brometo de prata) sensível à passagem da luz e de partículas subatômicas com carga elétrica.

Para investigar a fissão espontânea, a equipe do CBPF acrescentou um elemento estranho à emulsão nuclear, ou seja, uma quantidade de urânio-238. Os fragmentos resultantes da desintegração espontânea dos núcleos do urânio sensibilizavam os sais de prata e produziam trajetórias semelhantes a diminutos pontos enegrecidos enfileirados, como que formando traços, que podiam ser observados com a ajuda de um microscópio óptico, depois de as emulsões serem reveladas.

A análise cuidadosa desses traços evidenciou uma surpresa para os pesquisadores do CBPF: algumas dessas trajetórias tinham comprimento menor (cerca de 9 milésimos de milímetro, em média) do que o dos traços deixados pelos fragmentos da fissão espontânea do urânio-238 (em média, 23 milésimos de milímetro). Embora as condições experimentais na época não tivessem permitido

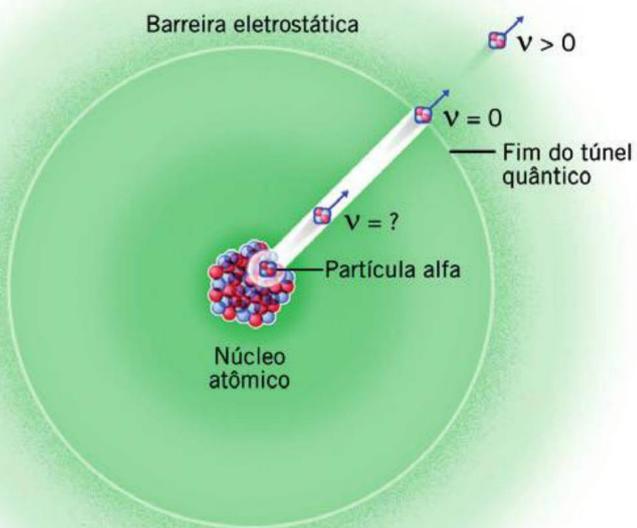


Figura 1. Concepção artística do chamado efeito túnel para uma partícula alfa (dois prótons e dois nêutrons) que consegue escapar do núcleo após vencer uma barreira de repulsão (dita barreira eletrostática, em verde) devido às cargas elétricas nucleares

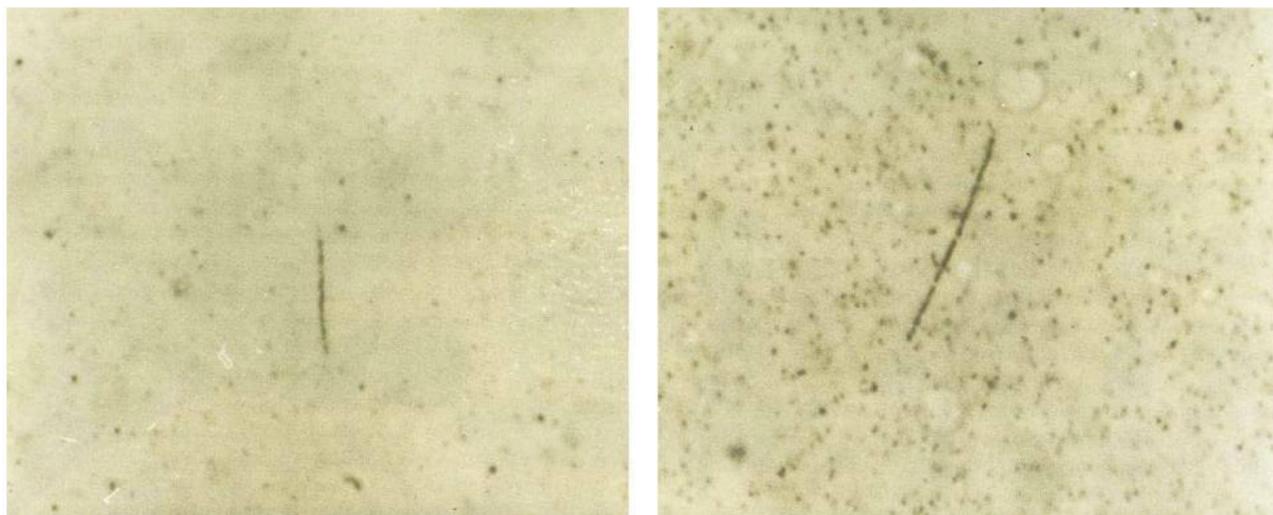


Figura 2. Traços raros de fragmentos nucleares (mais pesados que uma partícula alfa) registrados em emulsão fotográfica contendo urânio, em experimento realizado por pesquisadores brasileiros no CBPF. A origem do traço à esquerda foi atribuída a um provável novo modo de desintegração nuclear; para comparação, o traço mostrado à direita se refere a um evento comum de fissão espontânea

identificar a carga, a massa e a energia dos fragmentos associados aos traços de menor comprimento, a origem desses eventos foi atribuída pelo grupo de pesquisadores do CBPF – Hervásio de Carvalho (1916-1999), Jáder Martins, Iraci de Souza e o autor deste artigo – a um possível e provável novo modo de desintegração nuclear: a emissão de fragmentos nucleares com massas maiores que a das partículas alfa (figura 2).

No entanto, mais importante do que a suspeita de núcleos de urânio emitindo fragmentos mais pesados que a partícula alfa foram cálculos feitos pelo grupo do CBPF, com base no efeito quântico de tunelamento. O modelo desenvolvido por eles indicou – dentro dos limites de grandes incertezas que o método impunha – ser provável a emissão pelo urânio-238 de fragmentos de massas compreendidas entre a do neônio e do níquel.

Números mágicos Evidências experimentais da década de 1940 mostravam que nêutrons e prótons – à semelhança de elétrons nos átomos – se distribuíam em camadas no núcleo, o que levou, em 1949, à formulação do modelo nuclear em camadas.

Quando uma camada é completada (seja com nêutrons ou prótons), o núcleo se apresenta mais fortemente ligado, isto é, com uma estrutura bem compacta, rígida, em comparação com aqueles que ainda não preencheram uma camada – os números de prótons ou nêutrons que completam uma camada são 2, 8, 20, 28, 50, 82 e 126, e são conhecidos como ‘números mágicos’.

Os cálculos do grupo do CBPF indicavam como mais prováveis os modos de partição do núcleo original em que os fragmentos produzidos tivessem estrutura de ca-

mada fechada. Ou seja, o efeito túnel se mostrava mais pronunciado quando os fragmentos gerados como produtos da desintegração exibiam números mágicos de prótons e/ou nêutrons – sobretudo, desses últimos. Por exemplo, cálcio-48 poderia ser emitido na proporção de 1 para cada 10 milhões de alfas.

Assim, das observações e da análise dos cálculos, o grupo de pesquisadores do CBPF formulou, em meados de 1975, a seguinte hipótese: núcleos atômicos pesados, como o do urânio e outros, podem também – e muito provavelmente – se desintegrar emitindo fragmentos maiores do que a partícula alfa e menores do que os fragmentos da fissão espontânea ordinária, cujas massas atômicas podiam variar aproximadamente de 80 a 160.

Assimetria e aglomerados Esses resultados surpreendentes anunciados pelo grupo do CBPF (figura 3) foram interpretados dois anos depois pelo físico romeno Aurel Sandulescu, do Instituto de Física e Tecnologia Nuclear de Bucareste, e pelo físico alemão Walter Greiner, do Instituto de Física Teórica da Universidade J. W. Göthe em Frankfurt. Segundo esses pesquisadores, a significativa assimetria das massas dos produtos da bipartição nuclear seria uma consequência dos efeitos da estrutura de camadas de um ou de ambos os fragmentos gerados.

A partir de 1980, cálculos mais refinados foram desenvolvidos tanto por Sandulescu e Greiner quanto por Denin Poenaru, também de Bucareste, para avaliar, em núcleos pesados, o papel do efeito quântico de tunelamento na emissão de aglomerados de prótons e nêutrons mais pesados que as partículas alfa. Desde então, esse tipo de

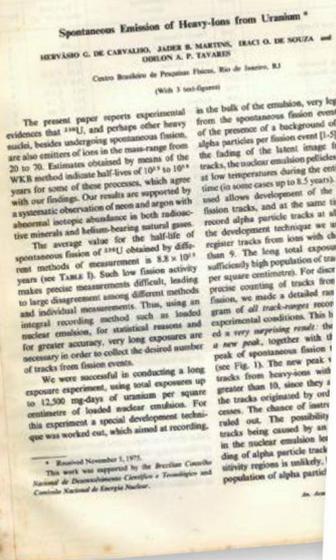


Figura 3. Páginas iniciais das comunicações dos pesquisadores do CBPF anunciando a provável emissão espontânea de fragmentos mais pesados que a partícula alfa por núcleos de urânio, publicadas em 1975 (v. 47, p. 567) e no ano seguinte (v. 48, pp. 205-213), nos Anais da Academia Brasileira de Ciências. Pela primeira vez, relatava-se na literatura científica esse novo fenômeno, que, mais tarde, passaria a se denominar radioatividade exótica

desintegração radioativa ficou conhecido como radioatividade por emissão de *clusters* (aglomerados), radioatividade exótica ou, simplesmente, decaimento exótico.

Comprovação experimental A primeira identificação experimental de um caso de radioatividade exótica foi conseguida pelos físicos Heinz Jorgen Rose e George Arnold Jones, na Universidade de Oxford (Inglaterra), os quais relataram, na revista inglesa *Nature* de 19 de janeiro de 1984, a observação de núcleos de rádio-223 emitindo partículas carbono-14. O fenômeno se mostrava raríssimo: um decaimento exótico para cerca de 1 bilhão de partículas alfa do rádio-223. A massa e a energia dos núcleos de carbono-14 emitidos foram medidas um ano depois com bastante precisão pelo físico austríaco Walter Kutschera e grande equipe de colaboração, trabalhando na Divisão de Física do Laboratório Nacional Argonne, em Chicago (EUA).

Logo após a confirmação experimental da descoberta da radioatividade exótica, grupos de físicos teóricos, bem como físicos e químicos experimentais, em vários laboratórios do mundo, se interessaram em investigar novos possíveis casos de radioatividade exótica em núcleos pesados. Atualmente, decorridos 37 anos dos resultados anunciados pelos físicos brasileiros do CBPF, são conhecidos 27 casos de desintegração exótica, com emissão de fragmentos que vão do carbono-14 até o silício-34. Deste total, 11 ocorrem em núcleos encontrados na natureza, e os demais foram observados em elementos produzidos artificialmente.

O menos e o mais exótico O caso mais frequente de radioatividade exótica observado é o da emissão de carbono-14 pelo rádio-222, e o mais raro observado até o presente é o da emissão de magnésio-30 pelo urânio-236. Nos dois casos, os núcleos que sobram (ditos residuais) depois que o fragmento é expelido – o chumbo-208 e o mercúrio-206, respectivamente – têm estrutura de camada fechada com 126 nêutrons. Modelos recentes de cálculo empregando o efeito túnel indicam o silício-34 como o fragmento mais provável para a desintegração exótica do urânio-238, esperando-se acontecer na proporção de um silício-34 para cerca de 70 bilhões a 10 trilhões de emissões alfa. Entretanto, esse caso de radioatividade ainda não foi observado no urânio até o presente.

A dificuldade de detecção de desintegrações exóticas está na taxa extremamente competitiva das emissões alfa, o que dificulta diferenciar uma da outra, exigindo métodos ultrasensíveis e diferenciadores. Somem-se a isso tempos de exposição, em geral, muito longos, dada a raridade dos eventos.

A despeito de eventuais incompatibilidades das conclusões tiradas pela equipe do CBPF em meados da década de 1970, comparadas com o que hoje se sabe sobre o assunto, elas deram partida às ideias básicas e forneceram a vários grupos de pesquisa no mundo as motivações para uma investigação aprofundada e sistemática dessa nova e rara forma de desintegração nuclear: a radioatividade exótica. **CB**

UM DOS DESCOBRIDORES DO FENÔMENO
O autor vem se dedicando há 45 anos à pesquisa em física nuclear, notadamente em reações nucleares que envolvem o fenômeno da fissão e temas sobre radioatividade. Foi um dos que, no Brasil, usaram o chamado método fotográfico nessas investigações, e um dos descobridores, em 1975, do decaimento exótico.

Sugestões para leitura

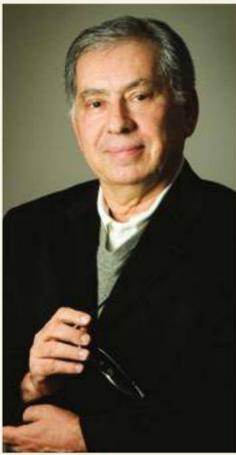
TAVARES, O. 'Nova forma de radioatividade natural?'. *Ciência Hoje*, v. 3, n. 14, p. 18 (1984).

TAVARES, O. A. P.; DUARTE, S. J. B.; DIMARCO, A. J.; GONÇALVES, M. 'Efeito túnel e estabilidade nuclear'. *Na Vanguarda da Pesquisa* – revista de divulgação científica do CBPF (2001). Disponível em formato pdf em <http://bit.ly/MTtoWIL>

TAVARES, O. A. P. 'Decaimentos radioativos exóticos: origens e estado atual'. *CBPF-Ciência e Sociedade*-006/12 (março de 2012). Disponível em formato pdf em <http://bit.ly/Ko9R9Mb>

TAVARES, O. A. P.; MEDEIROS, E. L. 'A simple description of cluster radioactivity'. *Physica Scripta*, v. 86, 015201 (junho de 2012).

BONETTI, R.; GUGLIELMETTI, A. 'Cluster radioactivity: an overview after twenty years'. *Romanian Reports in Physics*, v. 59, pp. 301-310 (2007).



Nossas cidades não podem continuar a ser uma consequência das circunstâncias: devem ser promovidas segundo nosso desejo

SÉRGIO MAGALHÃES

Programa de Pós-graduação em Urbanismo (Prourb), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro
 sfmagalhaes@hotmail.com,
 www.cidadeinteira.blogspot.com

Nestas poucas décadas em que o Brasil passou de 'eminentemente agrário' para 'sexta economia do mundo', seu sistema urbano deu um salto demográfico monumental: de 12 milhões para 175 milhões de pessoas. Qual o desenho que o país traçou para que suas cidades pudessem corresponder a tal desafio?

Em aula magna que proferiu para o colegiado da Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo, em 1968, pouco antes de ser cassado pela ditadura, o arquiteto João Vilanova Artigas (1915-1985) lembrou a correlação semântica entre 'desenho', 'designio' e 'projeto', ou seja, a "intenção de fazer algo no futuro". Artigas, com isso, sublinhou que um projeto (ou a ausência dele) tem fundamentação política.

Assim, a resposta à pergunta inicial precisa ser precedida por outra: que política orientou o crescimento urbano brasileiro?

Todos reconhecemos os esforços feitos para o desenvolvimento nacional na promoção da industrialização, do agronegócio, do sistema financeiro, da energia e das comunicações, entre outros setores. Porém, no que se refere ao urbano, os esforços foram centrífugos – no sentido de as cidades subsidiarem aquelas outras políticas.

Nesse período em que a urbanização explodiu, tratou-se, no caso da habitação, de desestimular a produção de moradia, para venda ou para renda, para que os capitais aplicáveis nessa área pudessem se destinar ao incipiente setor industrial. No transporte urbano, desconstruiu-se o modo sobre trilhos em benefício da indústria automobilística. Estimulou-se a emigração do campo, oferecendo mão de obra barata à indústria e inchando as cidades. Sua expansão, diante do fluxo excessivo, foi promovida sem saneamento, sem transporte, sem moradia e sem regulação urbanística: um faroeste doméstico, que caracteriza boa parte das grandes cidades.

É possível avaliar que o Brasil consolidou seu crescimento econômico em detrimento do sistema urbano. Desse modo, nossas cidades evidenciam um importante passivo socioambiental que se coloca como desafio fundamental a ser enfrentado nos próximos anos. Não obstante, e paradoxalmente, elas também constituem um patrimônio sociocultural e espacial de enorme diversidade e riqueza.

Neste século 21, o desenvolvimento se dará cada vez mais a partir do conhecimento, e este é produzido e difundido na cidade. Em especial, aquela em que as condições de vida urbana garantam bom acesso à educação superior, aos serviços avançados de saúde, aos serviços públicos, às atividades culturais, ao lazer. Enfim, o conhecimento e a criatividade são estimulados pela interação social, qualidade essencial da cidade.

Por tal razão, comum às grandes economias, mas igualmente por exigências da evolução de nossa democracia, o Brasil precisará dar atenção específica a seu sistema urbano. O país precisará estruturar políticas orientadas para suas cidades, contemplando suas principais carências e fortalecendo suas grandes virtudes.

Nossas cidades não podem continuar a ser uma consequência das circunstâncias: devem ser promovidas segundo nosso desejo. Temos hoje duas dezenas de metrópoles, sendo duas megacidades, e o desafio de projetá-las é enorme. Será, certamente, tarefa estimuladora para arquitetos, urbanistas, engenheiros, sociólogos, cientistas sociais e demais profissionais afins dizer qual a intenção que se tem para o futuro de cada uma delas. Mas, como decisão política, será sobretudo tarefa para o conjunto da sociedade.

Como alcançar a equidade urbana, indispensável exigência democrática? O desenho da cidade brasileira é um dos grandes desafios estratégicos para o país neste início de século. **CH**

O MAIOR DO MUNDO SOB AMEAÇA

Mapeamento do banco de rodolitos de Abrolhos é concluído em clima de alerta

Rodolitos são estruturas esféricas encontradas no fundo do mar, semelhantes a corais, porém formadas por algas calcárias. Cada nódulo serve de habitat para peixes e pequenos invertebrados. Na região de Abrolhos, que se estende da costa norte do Espírito Santo ao litoral sul da Bahia, um conjunto deles ocupa 20,9 mil km², o equivalente à área de países como Israel, El Salvador ou Belize. Pesquisadores que estudam a região calculam que o manto de algas levou cerca de 10 mil anos para se formar. Só agora, porém, foi possível classificar precisa-

mente sua extensão: trata-se do maior banco de rodolitos do mundo.

A descoberta, publicada recentemente na revista científica *PLoS One*, é de um grupo de pesquisadores da Rede Abrolhos, composta pelas universidades de São Paulo, federais do Espírito Santo, Paraíba, Pernambuco e Rio de Janeiro (UFRJ), estaduais de Santa Cruz (BA) e Maringá (PR), Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro e pela organização não governamental Conservação Internacional. “Rodolitos são fundamentais em seu ecossistema, já que

agregam biodiversidade”, explica o zoólogo Rodrigo Leão de Moura, da UFRJ. Além disso, o calcário produzido pelas algas, ao entrar na cadeia alimentar do oceano, dá origem à carapaça de crustáceos, moluscos e até de corais.

Mas, ao mesmo tempo em que a dimensão do banco de rodolitos na região de Abrolhos é revelada, os pesquisadores alertam para o risco a que estão expostas essas algas calcárias. A acidificação do mar, consequência da elevação dos níveis de CO₂ na atmosfera, é a principal ameaça. “Uma pequena redução do pH da água do mar é capaz de dissolver estruturas carbonáticas de recifes, atóis e bancos de rodolitos”, diz o biofísico Gilberto Amado Filho, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico. “Essa é mais uma demonstração da necessidade de se discutir o controle das emissões de carbono”, diz Rodrigo Moura.

Outro processo preocupante é a atividade de mineração de calcário para uso nas indústrias agrícola e de construção civil. Por causa do tamanho e por estarem desprendidos do solo e em áreas rasas (entre 20 m e 110 m de profundidade), os rodolitos podem ser extraídos facilmente com bombas de sucção. “Os rodolitos são excelentes fontes de calcário”, diz Moura. Mas ele explica que, embora sejam estruturas bioconstruídas, os rodolitos não podem ser considerados renováveis. “Cada nódulo leva centenas de anos para se formar”. A atividade de mineração em Abrolhos não é autorizada, mas, segundo o pesquisador, há várias solicitações

FOTO RODRIGO LEÃO DE MOURA



Por estarem desprendidos do solo, os rodolitos podem ser facilmente extraídos do mar. A atividade de mineração é uma das ameaças a esse tipo de alga



Costa sul da Ilha do Arvoredo, em Santa Catarina, que também abriga importantes bancos de rodolitos. Transformação da reserva biológica que protege a área em parque nacional é criticada por pesquisadores

Polêmicas à vista

Iniciativas que a princípio parecem preservar os bancos de rodolitos do litoral brasileiro têm se mostrado polêmicas. Em Abrolhos, a discussão gira em torno da ampliação de seu parque nacional marinho, cuja área (880 km²) corresponde a menos de 2% do banco recifal. Por pressão de ambientalistas, o governo federal propôs em maio passado ampliar o parque para uma área 10 vezes maior, além de criar três unidades de conservação em seu entorno. A expectativa era de que o decreto que multiplica a área fosse assinado em junho. Mas isso foi adiado após críticas da comunidade científica, que defende que a nova demarcação se faça a partir de um planejamento adequado. “Pode parecer que somos contrários à preservação, mas de fato não que-

remos que a ampliação se dê de modo abrupto”, diz Gilberto Amado Filho.

Já na região Sul, pesquisadores são contrários à transformação da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, que abrange 176 km² do litoral de Santa Catarina, em parque nacional. A mudança tem apoio da bancada catarinense no Congresso e de representantes do ICMBio. Eles alegam que o envolvimento de comunidades do entorno contribuiria para preservar a área, além de estimular o turismo. O biólogo Paulo Horta, coordenador do Laboratório de Ficologia da UFSC, afirma que o acesso de barcos a áreas hoje intangíveis da reserva poria em risco as populações de rodolitos da região, que se concentram nas proximidades das ilhas do Arvoredo, Deserta e Galés.

de alvará para exploração de calcário na região.

O banco de Abrolhos compreende uma área de 46 mil km² do oceano Atlântico e detém a maior biodiversidade marinha do Atlântico Sul. Além da diversidade de corais (abriga 19 das 21 espécies conhecidas no Brasil), a região é um dos principais locais de reprodução da baleia-jubarte no mundo. Mas sua preservação, assim como a de outras áreas do país com elevada biodiversidade marinha, gera embate entre pesquisadores, políticos e ambientalistas (ver ‘Polêmicas à vista’).

A DESCOBERTA A revelação do tamanho do banco de rodolitos de Abrolhos, que recebeu destaque na seção de notícias da revista *Science*, começou com um trabalho de topografia. Para isso foi utilizado um sonar de varredura lateral, tipo de equipamento que gera ondas sonoras e, a partir do retorno do som, gera uma imagem 3D do fundo do mar. O resultado da análise chamou a atenção dos pes-

quisadores, segundo Moura. As ondas sonoras eram refletidas como se o solo fosse rochoso. “E não era; estava muito mais para plano.”

O segundo passo foi enviar veículos submarinos de operação remota equipados com câmeras, que mostraram a presença de rodolitos em toda a região. Os pesquisadores partiram então para a fase de estudo dessas estruturas. Mergulhadores recolheram exemplares de nódulos para identificar as espécies de algas e estudar características como tamanho médio, percentual de superfície viva e taxa de crescimento.

Os pesquisadores conseguiram identificar seis espécies de algas que formam os rodolitos na região (*Hydrolython rupestre*, *Lithophyllum stictaeforme*, *Mesophyllum engelhartii*, *Sporolithon episporum*, *Neogoniolithon brassica-florida* e *Lithothamnion crispatum*). O zoólogo da UFRJ explica que o rodolito é redondo porque anualmente, na época das frentes frias, o movimento das marés faz com que a alga role no fundo do mar.

“Com um dos lados sobre o solo, ela só consegue crescer no sentido oposto.” No ano seguinte, a alga volta a rolar e passa a crescer na outra direção. O aumento de tamanho é de poucos milímetros por ano e ocorre com a mineralização do esqueleto da alga, rico em carbonato de cálcio.

Há bancos de rodolitos em todos os oceanos, com concentrações mais significativas nos mares do sul do Japão, oeste da Austrália, nordeste do Canadá, na costa leste do Caribe, no Golfo da Califórnia (Estados Unidos), no Mediterrâneo e ao longo da costa de Noruega, Irlanda e Escócia. Estão sempre próximos do continente porque se estabelecem apenas em águas rasas.

Pesquisadores destacam que os rodolitos têm um importante papel na regulação da concentração de carbono na atmosfera ao absorver o gás carbônico que se dilui na água para transformá-lo em carbonato de cálcio.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

AUTISMO: MAIS PERTO DA CURA

Outras células cerebrais, e não apenas neurônios, estariam envolvidas nas desordens do espectro autista

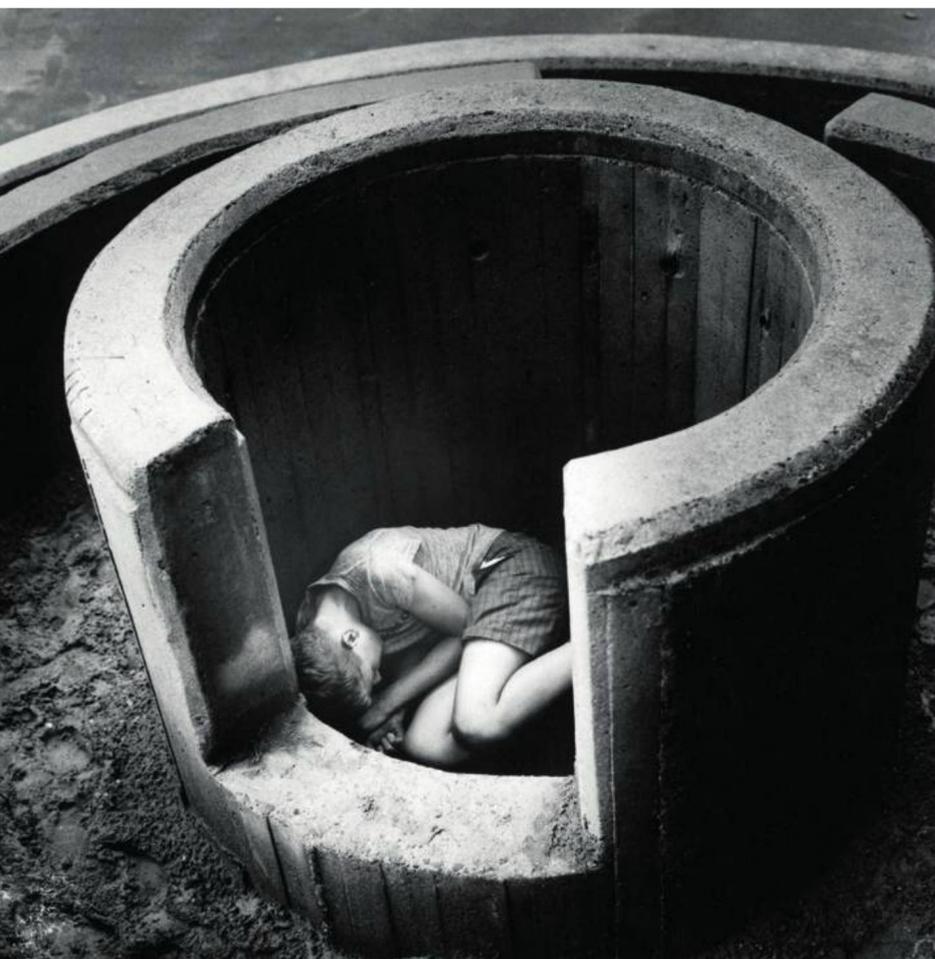
Em um laboratório do Consórcio Sanford para Medicina Regenerativa, em San Diego (Estados Unidos), um grupo de jovens brasileiros trabalha com pesquisa de ponta em um dos distúrbios neurológicos mais intrigantes e desafiadores para a medicina: o autismo, ou como preferem classificá-lo os cientistas, desordens do espectro autista (ASD, na sigla em inglês). As ASD incluem enorme variedade de sintomas, mas basicamente seus portadores apresentam déficit de interação social, dificuldade de linguagem e comportamento repetitivo. Ainda não há tratamento para essas desordens, que afetam uma em 105 crianças nos Estados Unidos, mas é possível que, graças às novas descobertas da equipe do neurocientista Alysson Muotri, novos medicamentos comecem a ser testados em seres humanos em menos de cinco anos.

O grupo liderado por Muotri havia publicado na revista científica *Cell*, no fim de 2010, um estudo de grande impacto, mostrando que os neurônios de meninas com síndrome de Rett, um dos transtornos mais severos do espectro do autismo, eram menores, tinham menos ramificações (dendritos) e faziam menos sinapses (espaços onde ocorrem os impulsos nervosos entre os neurônios). Agora, a neurocientista brasileira Beatriz Freitas provou que há outras células cerebrais envolvidas na doença, como os astrócitos, um tipo de célula da glia que alimenta e dá suporte às conexões entre neurônios e é responsável pela ‘limpeza’ das moléculas resultantes das sinapses – retira o excesso de neurotransmissores.

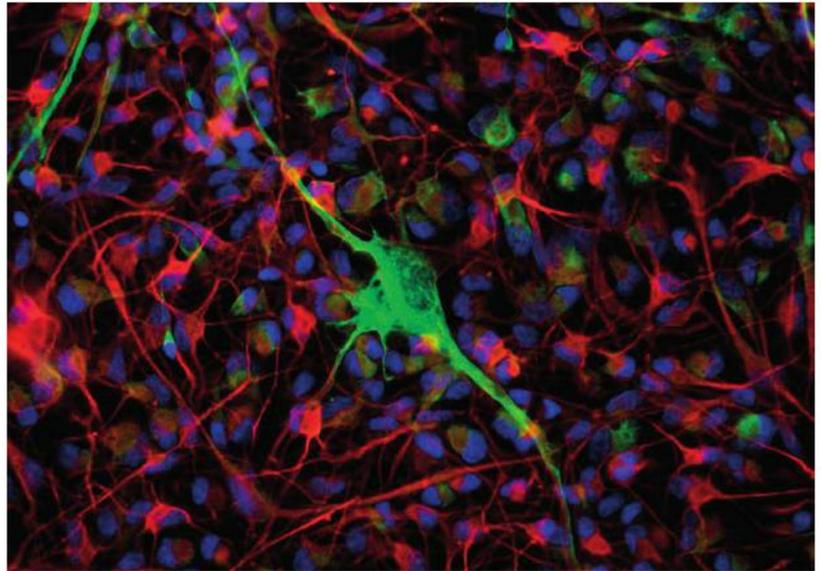
Para fazer a pesquisa, a equipe utilizou células-tronco reprogramáveis – células adultas (como as da pele) já especializadas transformadas em células-tronco pluripotentes, capazes de dar origem a qualquer outra célula do organismo. A reprogramação celular é feita por meio da introdução de genes, que agem como um programa de computador que ‘reformata’ as células adultas transformando-as em pluripotentes.

“Com essa técnica, desenvolvida por Shinya Yamanaka no Japão, em 2006, é possível usar células da polpa do dente de leite de uma criança e reprogramá-las para se tornarem células pluripotentes”, exemplifica o neurocientista Cassiano Carromeu, um dos autores da pesquisa publicada em 2010. “No nosso estudo, usamos um pedacinho de pele de crianças

FOTO: ARTHUR THESP/PHOTORESEARCHERS/PHOTORESEARCHERS/ISTOCK



Ao lado, neurônio humano derivado de células pluripotentes induzidas (iPSCs) observado pela fluorescência de cor verde cercado por astrócitos de mesma origem marcados pela fluorescência vermelha. O núcleo das células pode ser visualizado pela cor azul. Abaixo, cultura de astrócitos humanos com síndrome de Rett (células em vermelho) diferenciados a partir de uma cultura de células-tronco induzidas. Os núcleos dos astrócitos estão destacados em azul

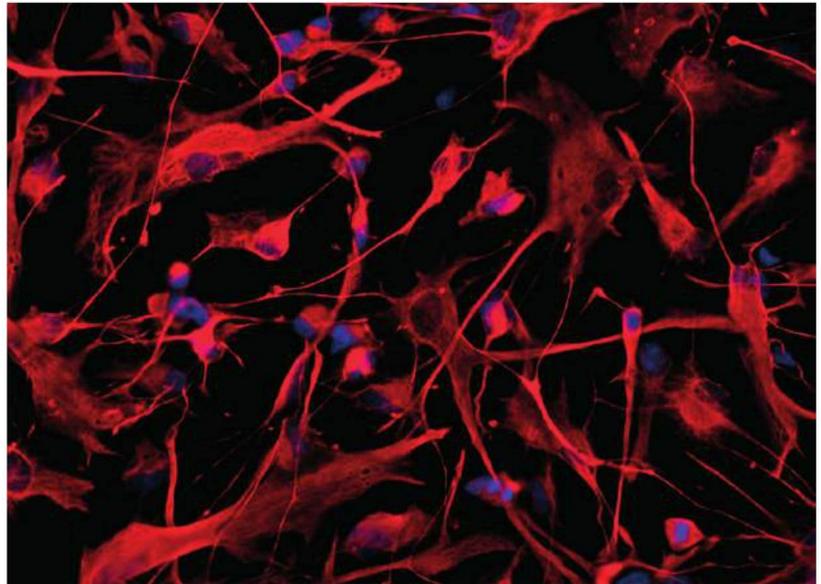


com síndrome de Rett para fazer a reprogramação e transformá-las em neurônios. Essa síndrome foi escolhida porque em 96% dos casos é causada por apenas um gene (MeCP2) e serviria como modelo para outras formas de autismo”, explica.

Além das diferenças morfológicas encontradas nos neurônios, a equipe de Muotri chegou a testar várias moléculas em cultura. Entre elas, o fator de crescimento IGF1 e o antibiótico gentamicina permitiram ‘consertar’ o defeito dos neurônios, tornando-os saudáveis e aumentando o número de sinapses.

ASTRÓCITOS DISSONANTES O trabalho de Beatriz Freitas vem somar mais informação e traz novas esperanças para os pacientes. “Acreditava-se que o grande problema do autismo estava nos neurônios, mas agora sabemos que há outras células cerebrais envolvidas no processo. Verificamos um excesso de glutamato nas fendas sinápticas, onde ocorrem as conexões entre neurônios, e provavelmente os astrócitos não estejam sendo capazes de limpar esse excesso”, aponta Freitas. “Além disso, verificamos que nesses pacientes os astrócitos têm diminuída a capacidade de propagar a onda de cálcio, estimulando apenas quatro ou cinco células vizinhas, enquanto os exemplares saudáveis podem estimular mais de 20 células.”

O estudo, que deve ser publicado até o fim deste ano, foi feito em sete pacientes com síndrome de Rett – quatro meninas e três meninos. O



grande desafio de produzir astrócitos a partir de células da pele dos pacientes foi rapidamente vencido. “Esse processo de reprogramação celular costuma levar nove meses, mas nós conseguimos produzir os astrócitos em apenas 30 dias”, comemora Freitas.

Dessa forma, a equipe pôde criar uma rede neural *in vitro* que permitiu observar como se comportam as células cerebrais de um paciente com Rett e compará-las com as de uma pessoa normal. Também foi possível testar 30 drogas em cultura e selecionar as melhores para ensaios

em camundongos e futuramente em humanos. Apesar dos bons resultados, as moléculas escolhidas apresentam vários efeitos colaterais e requerem, portanto, estudos mais aprofundados. Mas Freitas acredita que em menos de cinco anos já poderão começar os testes em humanos.

ALICIA IVANISSEVICH | CIÊNCIA HOJE | RJ

* A jornalista viajou a San Diego a convite do Instituto das Américas para participar do 9º Workshop Jack F. Ealy de Jornalismo Científico

BARROCO VIRTUAL

Obra mais importante do escultor Aleijadinho é digitalizada e preservada em forma de dados

O Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) encontraram um lugar bastante seguro para preservar as esculturas do artista barroco Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho (c.1730-1814): um disco rígido de computador. Não literalmente, claro. O conjunto de estátuas *Os doze profetas*, erigido em frente ao Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas (MG), está passando por um processo de digitalização 3D, que permite que as esculturas sejam armazenadas em forma de dados e, assim, preservadas das adversidades que costumam castigar obras de arte.

O trabalho é realizado pelo grupo de pesquisa Imago, do Departamento de Informática da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que desde 1996 trabalha com processamento de imagens tridimensionais e, de lá para cá, desenvolveu uma tecnologia própria de reconstrução virtual de objetos. Depois de fazer o escanea-

mento 3D de obras do acervo técnico do Museu de Arqueologia e Etnologia da UFPR, o grupo, liderado pelos pesquisadores Olga Bellon e Luciano Silva, foi convidado pelo Iphan para o trabalho com os profetas do adro da igreja de Congonhas.

Os 12 profetas, esculpidos em pedra-sabão entre 1795 e 1805, são considerados a última obra de Aleijadinho. Por revelar o escultor em sua fase mais madura, o trabalho é tido também como um dos mais importantes de sua carreira. “No começo, a escultura de Aleijadinho era muito influenciada pelos europeus, mas, com o passar do tempo, ele passou a desenvolver traços muito pessoais, como rostos e membros deformados”, explica o restaurador do Iphan Antônio Fernando Batista dos Santos, au-

tor de um livro sobre a obra devocional do artista barroco. “As deformações não significam falta de conhecimento do autor sobre anatomia humana, mas tinham a intenção de dar dramaticidade, dando às obras uma aura teatral”, diz.

Santos explica que a pedra-sabão é um material bastante frágil, o que faz com que a ação de chuva, vento, poluição e micro-organismos deixe marcas com o passar do tempo. “Fazemos um trabalho muito aprofundado de conservação e diagnóstico das esculturas”, afirma. “A preservação digital da imagem da obra é importante para que possamos conhecer melhor os problemas do objeto físico e tentar solucioná-los”, completa. Além de preservar as características

Os doze profetas, obra do escultor barroco Aleijadinho no adro do Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas (MG)



A photograph showing a man in a light blue shirt and glasses adjusting a white 3D scanner mounted on a tripod. The scanner is pointed towards a large, dark, textured sculpture of a figure, likely a prophet, which is partially visible on the left side of the frame. The background is dark, suggesting an indoor setting at night.

Aleijadinho digital

A digitalização do adro de Congonhas é apenas o início de um grande trabalho que envolve toda a obra de Aleijadinho. Depois dos profetas, os pesquisadores da UFPR pretendem trabalhar nas seis composições que representam a *Via crucis*, localizadas em capelas individuais próximas do adro. Uma peculiaridade dessas obras é o fato de estarem protegidas em compartimentos fechados ao público. “Digitalizadas, poderão ser vistas de perto e a partir de ângulos inacessíveis fisicamente”, diz Olga Bellon. O passo seguinte será fazer o mesmo processo com obras do artista espalhadas por Ouro Preto, Mariana, Sabará e São João del Rei, entre outras cidades de Minas Gerais.

Pesquisador Luciano Silva prepara equipamento para escanear o profeta Daniel. Para evitar interferências de luz, essa e as demais esculturas foram isoladas por um tecido preto durante o processo, realizado à noite

da obra em determinado momento, a digitalização permitirá o monitoramento de desgastes ao longo do tempo. “Quando um novo escaneamento for feito daqui a alguns anos, poderemos comparar as características dos modelos atuais aos da nova digitalização para saber de que forma as esculturas estão se degradando”, explica o arquiteto João Carlos Cruz de Oliveira, chefe do escritório técnico do Iphan em Congonhas.

Outro objetivo do trabalho é permitir que os profetas possam ser apreciados em qualquer parte do mundo via internet (ver ‘Aleijadinho digital’). “A experiência não será exatamente a mesma, mas a obra ficará acessível a pessoas que, de outra forma, jamais a conheceriam”, diz a engenheira Olga Bellon. O que torna o adro virtual ainda mais interessante é o fato de poder observá-lo sob qualquer perspectiva – mesmo de cima –, o que não é possível fazer durante uma visita ao santuário.

Ainda não há previsão para a disponibilização das obras em ambiente virtual.

REFERÊNCIA INTERNACIONAL Instituições de várias partes do mundo, como o museu do Louvre, na França, e a galeria da Academia de Belas Artes de Florença, na Itália, já armazenam cópias virtuais de seus acervos. No Brasil, o Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi um dos primeiros a ter suas obras digitalizadas tridimensionalmente em uma parceria com o Instituto Nacional de Tecnologia (ver ‘Museu Nacional produz réplicas em 3D do seu acervo’, em *Ciência Hoje* 258, p. 51).

A ideia de preservar as esculturas de Aleijadinho em forma digital partiu do restaurador Antônio Fernando Batista dos Santos, do Iphan, que conheceu o trabalho do grupo da UFPR há quatro anos. A proposta foi levada à Unesco, e vários grupos de pesquisadores apresentaram proje-

tos para realizar a tarefa, entre elas uma equipe italiana, do Instituto de Ciência e Tecnologia da Informação, e uma francesa, responsável pela digitalização 3D do acervo do Louvre. A parceria acabou sendo fechada com o grupo Imago. “O algoritmo de reconstrução 3D de objetos que utilizamos foi totalmente desenvolvido por nós, enquanto outros grupos se baseiam em tecnologia terceirizada”, diz Olga Bellon.

O adro da igreja de Congonhas reúne as figuras de quatro profetas do Antigo Testamento (Isaías, Jeremias, Ezequiel e Daniel) e oito profetas menores (Baruc, Oseias, Jonas, Joel, Abdias, Habacuc, Amós e Naum). O trabalho de escaneamento começou, em 2009, pelo profeta Joel. Em 2011, foram capturadas as características completas de outros quatro: Daniel, Jonas, Ezequiel e Oseias. Os demais não tiveram toda a estrutura mapeada, mas devem ser concluídos ainda este ano.

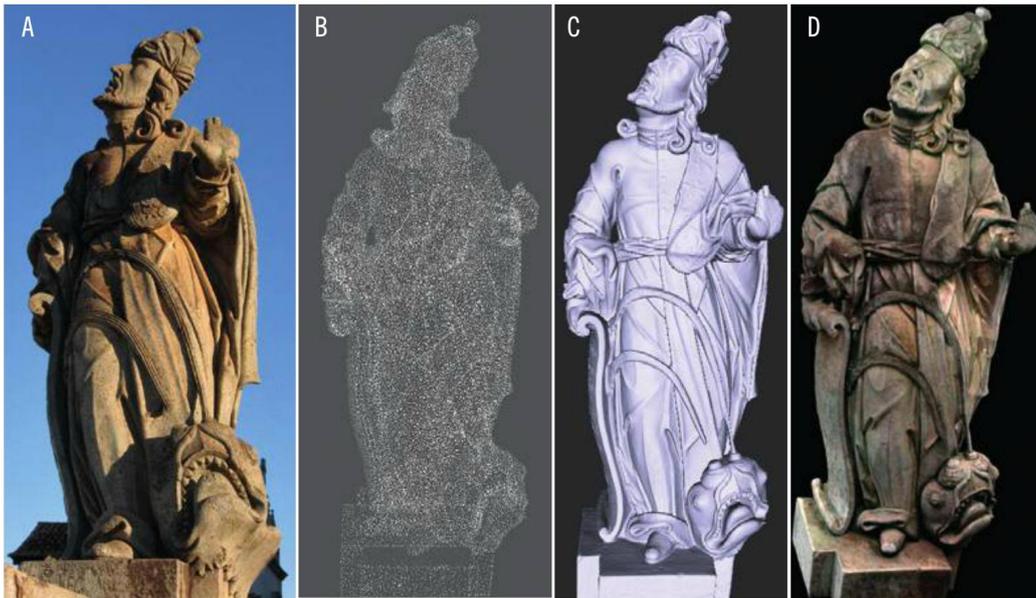


FOTO LUIS REZOVINEDIA/COMMONS

Processo de digitalização da estátua do profeta Jonas (A). Volume do objeto é capturado por escâner em forma de pontos (B), que geram um modelo tridimensional sem cor (C). Quando a fotografia da superfície é aplicada, a réplica virtual está pronta (D)

O PROCESSO A digitalização é feita com o uso de dois equipamentos. O primeiro é um escâner 3D capaz de detectar o volume de um objeto a partir da emissão de um raio *laser*. O aparelho pode ser configurado para capturar as coordenadas de até 100 pontos por milímetro. Mas no Santuário do Bom Jesus de Matosinhos foi utilizado um nível de precisão médio, de cerca de 10 pontos por milímetro. “Com essa resolução, o processo de captura é mais rápido e já é suficiente para que o escâner identifique até os poros da pedra-sabão”, diz o doutor em engenharia elétrica e informática industrial Luciano Silva, que coordenou a execução dos trabalhos de campo.

Nessa configuração, o dispositivo cobre uma área quadrada de 40 cm por 40 cm a cada escaneamento, que leva cerca de três segundos. É preciso que cada imagem obtida tenha uma área de sobreposição em relação a outra captura, para que seja possível, posteriormente, ‘montar’ o objeto inteiro. Para dar conta de um objeto de cerca de 2 m de altura, como as esculturas de Aleijadinho, o processo exige de 120 a 150 capturas.

O segundo equipamento necessário para a transformação perfeita da peça real em virtual é uma câmera fotográfica digital de alta resolu-

ção (12 *megapixels*). “Enquanto o escâner 3D captura informações de localização espacial, a câmera é responsável por obter textura e cor do objeto.” Para evitar interferências de luz ou sombra nas fotografias, o processo é realizado à noite com uma fonte de iluminação artificial posicionada de modo a clarear uniformemente a figura.

O processo de obtenção de imagens e volume é relativamente rápido. Silva conta que 80% do tempo gasto nos três primeiros profetas foi para posicionar o escâner 3D e a câmera, que ficavam sobre um tripé, para realizar cada captura. “Levamos duas noites inteiras para fazer cada escultura.” Para os demais, a equipe conseguiu o empréstimo de um braço robótico utilizado na linha de produção de automóveis, o que acelerou o processo.

No computador, por meio de um programa desenvolvido pelos próprios pesquisadores da UFPR, todos os blocos de informação espacial são agrupados, formando um molde tridimensional do objeto. Quando a textura é aplicada, a réplica virtual está pronta.

CÓPIA 3D A partir do molde digital, é possível fazer o processo inverso, ou seja, reproduzir uma cópia física da estátua utilizando uma impresso-

ra 3D, espécie de robô que ‘esculpe’ o objeto a partir de um modelo virtual. Isso já foi feito com o profeta Joel – mas não para substituir a escultura original do adro, como já se cogitou um dia contra a vontade da população local.

Alguém pode até querer baixar a imagem 3D de um profeta e fazer uma cópia para vender, mas a equipe da UFPR já pensou nisso antes. No museu virtual desenvolvido pelos pesquisadores, os objetos têm uma marca-d’água ou resolução insuficiente para reprodução quando acessados pelo público. “O grau máximo de detalhamento fica disponível apenas para pesquisadores que quiserem estudar os objetos”, diz Olga Bellon.

Réplicas de todos os profetas serão confeccionadas para serem expostas no Memorial Congonhas – Centro de Estudos da Pedra e do Barroco, a ser inaugurado em breve na cidade. “Se um dia, hipoteticamente, um desastre natural destruir um dos profetas, será possível substituí-lo por uma réplica exatamente idêntica”, explica João Carlos Cruz de Oliveira, do Iphan.

CÉLIO YANO | CIÊNCIA HOJE | PR

AÇAÍ NA CABEÇA

Material obtido do bagaço do fruto poderá ser usado para fazer reparos em ossos

Se o consumo de açaí deixar de ser febre algum dia no Brasil, os produtores não precisarão mudar de emprego. Cientistas desenvolveram um polímero à base do fruto que poderá ser usado em próteses para os ossos do crânio e da face. O trabalho foi resultado da dissertação de mestrado da química Laís Pellizzer Gabriel, da Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Quando se fala em prótese, é natural pensar que os únicos beneficiados são as vítimas de acidentes e portadores de malformações. Laís Gabriel explica, no entanto, que, com o aumento da expectativa de vida do brasileiro, também cresce a possibilidade de que mais pessoas precisem de reparos ósseos devido ao enfraquecimento provocado por problemas como a osteoporose.

O polímero, desenvolvido sob a orientação do engenheiro químico Rubens Maciel Filho e coorientação da engenheira química Carmen Gil-

da Barroso Tavares Dias, foi obtido a partir do polioliol, substância extraída do bagaço do açaí, e apresenta características que o tornam promissor para a confecção de próteses. “Os ensaios de compressão mostraram excelentes propriedades mecânicas. Além disso, a porosidade do produto – entre 60% e 70% – faz com que tenha propriedades bioativas, que influenciam no crescimento e na adesão celular”, relata Laís Gabriel.

Se o polímero for aprovado nos demais testes, poderá trazer grandes avanços para cirurgias craniofaciais. Um equipamento de prototipagem rápida será capaz de produzir peças customizadas a partir de uma imagem tomográfica. “Como a prótese será milimetricamente personalizada, é muito provável que os médicos pre-

cisem de menos tempo para realizar o procedimento, o que representará menor tempo de anestesia e menor risco de infecção”, acrescenta a pesquisadora.

Nas próximas etapas, as análises das propriedades mecânicas e bioativas prosseguirão. Serão feitos testes para verificar se o polímero apresenta as propriedades anti-inflamatórias e analgésicas presentes no polioliol do açaí e como é sua resposta no corpo. O preço é outro aspecto a ser considerado. Segundo Laís Gabriel, o fato de a matéria-prima vir de uma fonte renovável (enquanto muitas das próteses atuais contêm metais) resultará em um produto mais barato. “Mas ainda vamos fazer estudos para chegar ao custo exato”, diz.

YURI HUTFLESZ | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOTOS: INCT-BIOFABRIS



O novo material permitirá produzir próteses capazes de facilitar a recuperação óssea e adequadas às necessidades de cada paciente

DUPLO LÍDER

Pré-sal e energias renováveis do mar são principais temas de congresso internacional sobre tecnologia dos oceanos

Com a descoberta de reservas na região do petróleo, o Brasil está posicionado para estar na frente na produção de óleo em alto-mar (*offshore*), mas tem condições também de liderar o campo das energias renováveis do mar. Esse é o cenário delineado na 31ª Conferência Internacional sobre Engenharia Oceânica, *Offshore* e Ártica (Omae, na sigla em inglês), realizada no Rio de Janeiro entre primeiro e 6 de julho. Essa é a segunda vez que o Rio de Janeiro sedia o evento, considerado um dos principais congressos da área e um dos motores dos avanços tecnológicos ligados ao mar.

As reservas potenciais de petróleo na camada do pré-sal estão estimadas em 60 bilhões a 90 bilhões de barris.

Elas estão localizadas a 300 km da costa e a mais de 5 km de profundidade, incluindo 2 km da coluna d'água e mais 2 km da camada de sal. Apesar dessas condições extremas, a Petrobras já consegue extrair óleo desses poços, com uma produção diária de 156 mil barris, o que corresponde a cerca de 5% a 10% de toda a produção da estatal. Mas os planos da companhia, apresentados no simpósio 'Workshop sobre tecnologias do pré-sal: desafios e oportunidades', preveem aumentar esse valor para 1 milhão de barris até 2017.

Isso seria a fase 1a do plano de desenvolvimento do pré-sal. Para a fase 1b, que se inicia em 2017, a Petrobras investe em novas ferramentas que facilitem a extração de óleo e gás, co-

mo perfuração a *laser*, nanotecnologia e bactérias removedoras de óleo. "Essas novas tecnologias ainda estão em estágio embrionário, então não temos como afirmar, quantitativamente, que melhorias irão acarretar na produção; mas pelo menos, qualitativamente, elas apresentam os atributos necessários para tal", informou o engenheiro mecânico Orlando Ribeiro, gerente-geral de pesquisa e desenvolvimento em engenharia de produção do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes).

A perfuração a *laser* utilizaria um ou mais emissores desse feixe de energia acoplados a uma broca. Os raios *laser* esquentariam a rocha que armazena o petróleo, tornando-a

FOTO DIVULGAÇÃO COPPE



Protótipo de usina de ondas no porto do Pecém, em Fortaleza (CE). Brasil tem condições de liderar o campo das energias renováveis do mar

mais frágil e, assim, aumentaria a taxa de penetração. “O grande desafio para isso é levar o *laser* até lá embaixo. Pretendemos utilizar um cabo de fibra óptica, mas há uma série de dificuldades técnicas que temos de resolver antes do teste de campo, que deve ocorrer em 2015”, informa Ribeiro.

A Petrobras aposta também em várias utilidades dos nanotubos de carbono na cadeia produtiva do petróleo. Ribeiro explica que, por um processo de funcionalização, em que os nanotubos são atacados com uma substância ácida ou básica, é possível ligar determinadas partículas a essas estruturas diminutas e aumentar sua resistência física ou condutividade, por exemplo. “Nano-

tubos funcionalizados adicionados ao cimento criariam um material mais resistente à tração. Já cabos condutores de eletricidade feitos a partir de nanotubos teriam uma condutividade 10 vezes maior que a do cobre e poderiam alimentar as máquinas usadas em grandes profundidades”, diz o engenheiro.

Em alguns reservatórios, o óleo está aderido à rocha, o que dificulta a extração. Por isso, os pesquisadores do Cenpes vêm desenvolvendo linhagens de bactérias que produzam um tipo de sabão (chamado surfactante) que deslocaria o óleo da rocha literalmente lavando-a – e elevaria a taxa de recuperação de petróleo.

PARADOXO INEXISTENTE Mas não é um paradoxo estar investindo na extração do petróleo do pré-sal ao mesmo tempo em que se começa a concentrar esforços no desenvolvimento de energias renováveis do mar? Segundo o engenheiro Segen Farid Estefen, coordenador do Laboratório de Tecnologia Submarina e diretor de Tecnologia e Inovação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-

De mãos dadas com a indústria

A Omae tem como foco o oceano do ponto de vista da tecnologia e das atividades de engenharia. Além da exploração do petróleo *offshore*, outros temas discutidos no evento incluem extração de outros minerais, novos materiais e estruturas para atividades oceânicas, pesca, geotecnia, ciência e tecnologia ártica e, mais recentemente, energias renováveis do mar. “Essa conferência gera frutos que serão incorporados às atividades marinhas. Normalmente, são discutidos avanços nos vários campos, mas que sempre representam o que é o estado da arte nessa área”, esclarece o engenheiro Segen Farid Estefen.

Segundo Estefen, duas das razões para a importância do congresso são o reconhecimento de sua contribuição científica – os trabalhos apresentados são indexados no Web of Science, o índice de citações de artigos científicos –, bem como o fato de a Omae agregar a academia e a indústria. “Este ano tivemos mais de 700 trabalhos e 900 participantes de 42 países, com uma divisão de quase 50% entre pesquisadores e representantes de empresas”, conta o engenheiro. “As questões discutidas aqui não irão gerar apenas trabalhos técnicos, elas vão influenciar a indústria e as atividades de engenharia oceânica em curto prazo.”

-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), não. Ele defende que o Brasil não pode abrir mão da riqueza do pré-sal, a qual pode mudar um país com tantos problemas sociais quanto o nosso. Porém, isso não quer dizer que o estudo das energias renováveis do mar esteja perdendo. “Estamos usando o conhecimento ganho na exploração de óleo e gás em alto-mar para nos mantermos bem posicionados no futuro, na fase pós-petróleo. Por exemplo, os laboratórios que estudam energia das ondas são aqueles que fazem pesquisa de tecnologia petrolífera, como o Laboratório de Tecnologia Submarina e o LabOceano”, observa.

De acordo com os pesquisadores, as formas de energia renovável oriundas dos oceanos só devem começar a entrar na matriz energética dos países a partir de 2020, mas o petróleo continuará sendo uma das principais fontes de energia por pelo menos mais duas ou três décadas. A primeira fase de substituição do óleo será nos veículos, que já estão adotando motores elétricos. “A questão é como vamos gerar essa eletricidade. Se queimar-

mos o petróleo em termelétricas, vamos continuar na mesma situação”, afirma Estefen, um dos presidentes do Omae 2012. Para ele, o Brasil já perdeu a corrida da energia solar e eólica. “Nesses campos, não temos mais como competir. Só nos resta adaptar essas tecnologias para as nossas necessidades.”

Já nos oceanos, ele acredita que o Brasil tem condição de disputar espaço com vantagem, pois o país é um dos líderes nas atividades do mar, principalmente por meio da Petrobras, que poderia conduzir essas atividades com sucesso. Ele alerta, no entanto, que é preciso uma visão estratégica, uma política governamental que estimule o investimento em energia renovável do mar e a sua entrada na matriz energética, assim como houve para a energia eólica. “Se desperdiçarmos essa oportunidade, iremos importar essa tecnologia no futuro”, profetizou o engenheiro.

FRED FURTADO | CIÊNCIA HOJE | RJ

TRATAMENTO DE APOIO

Pesquisa aponta benefícios do uso da bengala no combate à artrose

Um estudo comprovou, pela primeira vez, que o uso de uma bengala é benéfico para o tratamento da artrose de joelho, doença crônica caracterizada pela degeneração das cartilagens dessa articulação. Além da diminuição da dor, as pessoas que usam o acessório apresentaram melhorias em outros aspectos importantes, como o gasto de energia para a locomoção.

O reumatologista Jamil Natour, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e coordenador da pesquisa, explica que existem, basicamente, dois tipos de artrose: a primária, que surge independentemente de um problema anterior, e a secundária, que decorre de outra doença ou trauma que tenha atingido a articulação. O estudo se concentrou em portadores de artrose primária, mais comum em idosos. Os principais efeitos da doença são dor intensa e inflamação, além de possíveis deformações, já que os ossos, sem as cartilagens, ficam em atrito diretamente.

O gasto de energia foi o principal enfoque do trabalho. Ficou comprovado que, após um período de adaptação, o esforço que um usuário de bengala realiza para caminhar se estabiliza e depois se iguala ao da marcha sem o acessório. “Sem essa conclusão, poderiam dizer que o estudo apenas demonstrou cientificamente algo em que todo mundo já acredita-

va, que a bengala é benéfica no tratamento. Com a descoberta, foi possível quebrar um paradigma”, afirma Natour. Ele explica que, de acordo com o senso comum, o uso de órteses (dispositivos externos que auxiliam mecanicamente o corpo) sempre leva ao aumento do gasto de energia do indivíduo. “O fundamental é usar a bengala por, pelo menos, um mês, para que o corpo se acostume. Muitos interrompem logo o uso, já que de início o acessório exige maior esforço”, explica. Ele acredita que a divulgação dos seus resultados pode ajudar a diminuir as desistências.

Outro ponto importante foi a redução do uso de anti-inflamatórios. Natour ressalta que a medicação faz parte do tratamento, mas é preciso tomar cuidado. “O fato de o consumo do medicamento ter caído é uma contraprova de que a dor diminuiu. Ao mesmo tempo, isso é bom para o organismo dos idosos, que sofrerá menos com os efeitos colaterais desses remédios”, afirma.

O estudo foi realizado com 64 pacientes, divididos em dois grupos: controle e experimental. Apenas as pessoas do segundo grupo receberam bengalas. Foram feitas três baterias de testes: no início da pesquisa e após 30 e 60 dias. Nessas ocasiões, todos os pacientes caminhavam por seis minutos com e sem bengala, enquanto tinham diversos parâme-

tros físicos monitorados. A avaliação da dor foi feita por meio de um questionário e com base em uma escala internacional padrão. O método usa uma régua de 10 cm e os pacientes são instruídos a apontar um número, de acordo com a dor que estão sentindo: a escala vai de 1, para nenhuma dor, a 10, para dor insuportável. Após 60 dias, a média de dor dos pacientes que usaram bengala foi de 3,8, enquanto a do outro grupo chegou a 5,9. Já o uso de anti-inflamatórios e analgésicos ficou em 16,5 pílulas por mês nos usuários de bengala e atingiu 25 no grupo controle.

MODO DE USAR De acordo com Natour, o uso da bengala deve ser contralateral, ou seja, do lado oposto ao do joelho afetado. “Essa forma mantém o equilíbrio natural da marcha, pois, quando caminhamos, é o braço do lado oposto que acompanha a perna que vai à frente.” Ele afirma, no entanto, que a bengala pode ser usada do mesmo lado em situações especiais. Outra recomendação importante diz respeito ao formato do pegador, onde o usuário apoia a mão. Por facilitar esse apoio, bengalas com pegador em forma de ‘T’ são mais adequadas do que as que têm essa parte em formato de cabo de guarda-chuva.

YURI HUTFLESZ | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOTO: LAINSTOCK © MICHAEL POLE/CONTRASTO (2)

METALURGIA

Método nacional para purificar silício

Apesar de ter uma das maiores reservas de quartzo do mundo, o Brasil não domina a purificação do silício, elemento refinado a partir desse mineral, em nível suficiente para uso em painéis solares e circuitos integrados, obrigando o país a importar esse material. Agora, uma pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com colaboração da empresa mineira Rima, obteve sucesso — inédito no Brasil — em purificar silício até um grau de 99,9993%, o que permitiu aos pesquisadores fabricar células solares fotovoltaicas com eficiência de 10% a 13%, próxima dos 15% a 17% de versões comerciais em silício de alta pureza.

“A técnica de purificação comumente utilizada é o método Siemens, mas ele é caro; então, vários grupos procuram meios mais baratos”, conta o físico Francisco das Chagas Marques, chefe do Laboratório de Células Fotovoltaicas da Unicamp e um dos coordenadores do projeto, com o engenheiro mecânico Paulo Roberto Mei, também da Unicamp. Os pesquisadores e a então estudante de doutorado Andresa Côrtes submeteram o silício purificado em nível metalúrgico (99%) fornecido pela Rima e por outras empresas, a duas técnicas: desgaseificação a vácuo e o método Czochralski.

Na primeira, o silício é liquefeito em vácuo e as impurezas mais voláteis escapam sob a forma de gás. No método Czochralski, o material resultante do processo de desgaseificação a vácuo é fundido para iniciar um processo de cristalização, que isola as impurezas em uma extremidade, a qual é cortada quando o silício volta ao estado sólido. “O Czochralski não é uma técnica utilizada para purificação do silício, mas sim para a obtenção de um cristal monocristalino. Por meio desse processo, reduz-se os defeitos das interfaces existentes no material policristalino e, devido à peculiaridade do processo, consegue-se melhorar a pureza do silício, desde que ele já não tenha alta pureza”, observa Marques.

Segundo o físico, outra empresa, a Tecnometal, de Campinas (SP), que fabrica painéis solares fotovoltaicos, já está interessada na tecnologia. “Agora temos que expandir o projeto da escala laboratorial para a escala piloto e testar sua viabilidade comercial”, afirma Marques.



Pesquisadores da Unicamp conseguiram, a partir do silício metalúrgico (acima), produzir o material com 99,9993% de pureza (centro), o qual foi utilizado para contruir células fotovoltaicas solares (à direita)

FOTO FRANCISCO DAS CHAGAS MARQUES

A *Paepalanthus chiquitensis*, da família *Eriocaulaceae*, é uma das 460 espécies de fanerógamas (plantas com flores) descritas no sétimo volume da *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*



BOTÂNICA

Flora paulista ganha sétimo volume

São 460 espécies, 67 gêneros e 19 famílias — esse é o conteúdo do sétimo volume da coleção *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, lançado em junho último no Instituto de Botânica de São Paulo (IBt). O projeto começou em 1993 com o objetivo de mapear todas as espécies de plantas com flores do estado. Foram anos de coleta de espécimes, levantamento da coleção de herbários e análise das amostras por especialistas, que chegaram a um total de 7.500 espécies. O primeiro volume, de um total previsto de 15, foi publicado em 2001 e abordava a família das gramíneas.

“Devido à falta de recursos, o trabalho está lento, com cada autor fazendo o trabalho por si só. Mas com esse sétimo volume, já chegamos a 45% do total”, conta Maria das Graças Lapa Wanderley, botânica do IBt e coordenadora do projeto. O livro atual inclui as famílias dos antúrios (Araceae), das begônias (Begoniaceae), das bananas (Musaceae), da araruta (Marantaceae) e das peperômias (Piperaceae), entre outras. As informações disponíveis incluem descrições da família, dos gêneros e das espécies, com chaves de identificação, bem como ilustrações a nanquim e fotos coloridas.

“Além da contribuição para o entendimento da biodiversidade vegetal do estado e do país, já que muitas dessas espécies ocorrem em outras regiões, esse projeto também ajudou a formar especialistas: apenas nesse volume, as descrições de duas famílias são resultado de teses de mestrado”, explica Lapa Wanderley. Segundo ela, mais de 300 autores, entre pesquisadores e estudantes, participaram do projeto até agora. “Se tudo correr bem, o próximo volume, sobre leguminosas, deve ser publicado no final do ano que vem”, informa a botânica.

FOTO MARCELO HENRI

NUTRIÇÃO

Frutos do cerrado têm efeito antioxidante

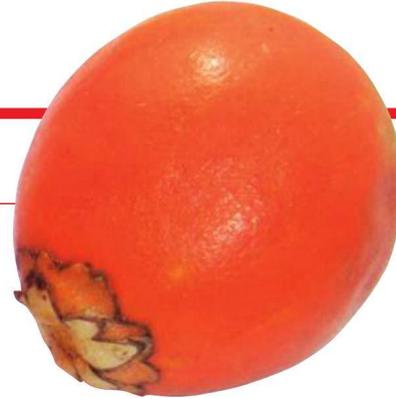
Araticum, cagaita, lobeira e tucum. Esses quatro frutos, nativos do cerrado, podem prevenir o aparecimento de tumores e retardar o envelhecimento das células. O motivo é o alto potencial antioxidante presente nos alimentos. Foi o que apontou a pesquisa da bióloga Egle de Almeida Siqueira e da nutricionista Sandra Fernandes Arruda, ambas da Universidade de Brasília (UnB).

O estresse oxidativo é causado pelos radicais livres, moléculas ou átomos, resultantes de processos biológicos, que apresentam elétrons desemparelhados na última camada, o que os torna instáveis. Devido a esse desequilíbrio, os radicais ‘atacam’ as células do corpo, na busca pelo elétron em falta. Esse processo promove danos oxidativos nas células e órgãos, predispondo o organismo ao aparecimento de cânceres. Os compostos bioativos, presentes nos vegetais e frutas, são capazes de ceder um íon hidro-

gênio para as biomoléculas, exercendo função antioxidante, neutralizando os radicais livres ou estabilizando as biomoléculas oxidadas.

As condições severas do cerrado, associadas à grande variedade de vegetação presente na região Centro-Oeste do país, foram uma das motivações para a pesquisa realizada na UnB. As especificidades do bioma, como temperatura, umidade, acidez do solo e frequência de radiação luminosa, contribuem para o processo de oxidação das plantas. “Nossa hipótese é que essas condições extremas tenham permitido apenas a sobrevivência das portadoras de maior resistência ao estresse oxidativo”, relata Siqueira.

O trabalho agora está focado no tucum, fruto que apresentou alta atividade antioxidante. As pesquisadoras pretendem identificar quais compostos específicos são responsáveis



pelo efeito antioxidante. Também serão feitas experiências com ratos para avaliar o efeito protetor do fruto. As cobaias (alimentadas ou não com tucum) terão seus fígados, baços, intestinos e cérebros examinados para comparação dos níveis de oxidação. Os órgãos foram escolhidos porque têm mecanismos moleculares capazes de protegê-los (em diferentes graus) dos danos causados pelos radicais livres. “As moléculas responsáveis por essa proteção podem ser utilizadas como marcadores biológicos do estresse nos tecidos”, afirma Siqueira.

Ainda é cedo para dizer qual papel os frutos do cerrado poderão exercer no organismo humano. Para Siqueira, suas características nutricionais ainda precisam ser avaliadas antes de sugerir quais alimentos convencionais poderiam ser substituídos pelos frutos do cerrado.

FOTO: WIKIMEDIA COMMONS

BIOLOGIA

Ajuda para crescer

Arbórea mantida na Sala de Crescimento

FOTO: ERIKA LIMA / CETENE

A mata atlântica pode ressurgir em laboratório. Plantas nativas do bioma estão sendo cultivadas no Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene). O trabalho, coordenado pela bióloga Lauren Houllou, tem como objetivo desenvolver novas metodologias que ajudem a evitar a extinção das espécies mais ameaçadas.

A baixa taxa de germinação e a curta duração do período de florescimento e frutificação são os principais fatores agravantes que contribuem para o desaparecimento das plantas de áreas devastadas pelo homem. “Algumas têm sementes com menos de 5% de viabilidade genética. O oiti-coró, por exemplo, só floresce e frutifica a cada três anos”, relata Houllou. As espécies reproduzidas no laboratório foram apontadas por cientistas do Cetene e de mais seis instituições. A partir de uma lista de 20 plantas, a equipe definiu as primeiras a serem trabalhadas, levando em conta a facilidade de obtenção de sementes.

Antes de iniciar o processo de germinação, as sementes precisam ser preparadas e os meios de cultura ajustados, com a adição de hormônios, por exemplo. Para cada espécie são feitos ajustes específicos. Cada protocolo leva em média dois anos para ser finalizado.

De acordo com Houllou, a possibilidade de que novas plantas sejam adicionadas à lista original está sempre aberta, já que não se trata de um projeto, mas de um programa, sem término previsto. “As atividades vão continuar enquanto forem necessárias. Há grande interesse do Ministério da Ciência e Tecnologia nesse prosseguimento”, afirma. Em pouco mais de dois anos, a equipe do Cetene cultivou cerca de mil ipês, de diferentes espécies. O trabalho está na fase inicial de plantio. “Sabemos que não resolve o problema, mas a germinação *in vitro* tem se mostrado uma boa alternativa para evitar a extinção”, conclui.



Quando faltam as palavras

Quando se ouve falar em linguística é natural imaginar um amplo espectro de possíveis análises sobre a linguagem. No caso de Bruna Garcia, graduanda de Letras da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a motivação para o trabalho está justamente na falta dessa peça central onde ela deveria estar presente. A pesquisa está focada na afasia, perda parcial ou total da função de comunicação, e nas dificuldades que muitas crianças apresentam ao entrar no mundo das letras.

O estudo se concentra em mecanismos de escrita e leitura e está sendo realizado com duas pessoas. A primeira é uma criança de 9 anos, diagnosticada com dificuldade de aprendizagem. Ela já foi alfabetizada, mas encontra grandes barreiras para ler e articular ideias dentro de um texto, se limitando à produção de listas, cópias e frases curtas.

A segunda é uma mulher de 36 anos que se tornou afásica após um acidente vascular cerebral (AVC), sofrido há 10 anos. Ela não consegue articular e combinar bem os sons para se expressar pela fala e utiliza a escrita como forma de interação principal, embora também tenha limitações provocadas pela afasia. “Minha intenção é encontrar semelhanças entre as dificuldades de cada um, explorar as possibilidades e relacionar processos pelos quais passam a criança que estaria entrando no sistema de escrita e leitura e o afásico, afetado pelo processo inverso”, relata Garcia.

A estudante ressalta que os dados não são produzidos por meio de testes, mas são fruto de análises num ambiente discursivo que leva em conta as especificidades das duas pessoas, o que aumenta a motivação. O objetivo é criar uma atmosfera propícia ao surgimento

da escrita como prática social. “Um exemplo é o relato de um acontecimento vivenciado por mim e pelo sujeito. Nessa atividade é possível avaliar memória, compreensão e encadeamento das ideias no texto”, afirma.

A pesquisa está sendo realizada desde meados de 2011 e irá até o fim de 2012. Garcia acredita que os resultados poderão contribuir para melhorar a compreensão das dificuldades de alfabetização de crianças, impedindo que sejam erroneamente diagnosticadas com alguma patologia, e dos processos verbais alterados em adultos afásicos. “Espero poder confirmar a equivalência entre os processos de leitura e escrita nesses dois casos”, conclui.

— Curso de Letras

— Universidade Estadual de Campinas

Detecção de cianotoxinas mais rápida e fácil

CIÊNCIAS AMBIENTAIS

— Curso de Engenharia Ambiental

— Universidade Estadual Paulista

Detectar as toxinas produzidas por cianobactérias, micro-organismos que contaminam a água, pode ficar mais rápido e fácil graças a uma pesquisa desenvolvida por Fernanda Bacaro, graduanda do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro (SP). Bacaro adaptou as técnicas de espectrometria de massa Maldi-TOF (sigla em inglês para ‘Dessorção/Ionização a Laser Assistida por Matriz’ e ‘tempo de voo’) para uso com as cianotoxinas.

“Além do aumento da precisão, essa adaptação reduz o tempo da análise de dias para uma hora”, conta a estudante. Segundo ela, o ganho de tempo e precisão se deve ao uso de outra técnica, a TLC (sigla em inglês para ‘Cromatografia em Camada Delgada’), que permitiu separar as cianotoxinas dos

Florações de cianobactérias (na foto cultivadas em laboratório) contaminam a água e produzem toxinas que afetam o fígado de humanos e animais

demais contaminantes da amostra. “Essa etapa auxilia a análise por Maldi-TOF, facilitando a detecção das toxinas presentes na água”, complementa a universitária, que testou a adaptação tanto com amostras de laboratório quanto ambientais.

As cianotoxinas, como as microcistinas e as nodularinas, são produzidas pelas cianobactérias, que se desenvolvem em água contaminada por esgoto. Como nem todos os reservatórios fazem testes ou usam um sem a precisão adequada, a população pode ser exposta a essas toxinas, que atacam o fígado, tanto de humanos quanto de animais.

Bacaro realizou a pesquisa sob orientação do químico Humberto Márcio Santos Milagre, coordenador do Laboratório Hooke de Espectrometria de Massas da Unesp, e agora pretende testar outras formas de detecção de cianotoxinas, como uma análise que permite identificar essas substâncias na célula da cianobactéria.

FOTO HUMBERTO M. S. MILAGRE



Redundância funcional: o excesso indispensável

Espécies com funções idênticas também são importantes nos ecossistemas

FERNANDO JONER

Curso de Agronomia,
Universidade Federal da Fronteira Sul

VALÉRIO DE PATA PILLAR

Departamento de Ecologia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Em um ecossistema com grande diversidade de espécies, muitas podem exercer as mesmas funções ecológicas que outras. O que aconteceria se algumas dessas espécies aparentemente ‘redundantes’ se extinguissem localmente? Alguns podem imaginar que o ecossistema não seria prejudicado, já que outras espécies continuariam a desempenhar as mesmas funções, mas estudos vêm mostrando que a perda de espécies, mesmo funcionalmente semelhantes a outras, reduz a estabilidade dos ecossistemas.

Veio abaixo, parede por parede, andar por andar. Foi o que aconteceu com o prédio residencial Ronan Point, em Newman (oeste de Londres, na Inglaterra), na manhã do dia 16 de maio de 1968, quando a moradora do apartamento 90, no 18º andar, acendeu o fogão para esquentar seu habitual chá. Embora não tenha sido uma explosão muito forte, como averiguaram os bombeiros, foi suficiente para fazer com que ruísse toda uma ‘quina’ do prédio de 22 andares, no que os engenheiros costumam chamar de colapso progressivo (figura). Segundo os engenheiros, o colapso dessa parte do prédio se deu por falta de ‘redundância’ em sua estrutura.

Uma explosão de gás provocou o colapso de toda uma ‘quina’ de um prédio, em Londres, por falta de redundância estrutural

Em engenharia, redundância, ou redundância estrutural, é a multiplicação de elementos importantes de uma estrutura, que aumentam sua confiabilidade quando é perturbada. Esse tema tem chamado a atenção dos engenheiros devido à descoberta de grande número de falhas dos sistemas estruturais de construções, em recentes terremotos. Já em biologia molecular, a redundância genética, ou redundância funcional, é a presença de dois ou mais genes que desempenham a mesma função em um genoma. O mesmo conceito surge na eletrônica: peças são adicionadas a um sistema para aumentar a redundância funcional e, dessa forma, a sua confiabilidade (se uma peça ‘queima’, as outras mantêm o funcionamento).

O termo ‘redundância funcional’, portanto, é empregado em diversas áreas do conhecimento: engenharia, bioquímica, informática, biologia molecular, medicina, neurociência, nanotecnologia, ciência da comunicação, administração, economia e ecologia. A redundância funcional, ca-

FOTO: ENRICHES STAMPANO/GETTY IMAGES

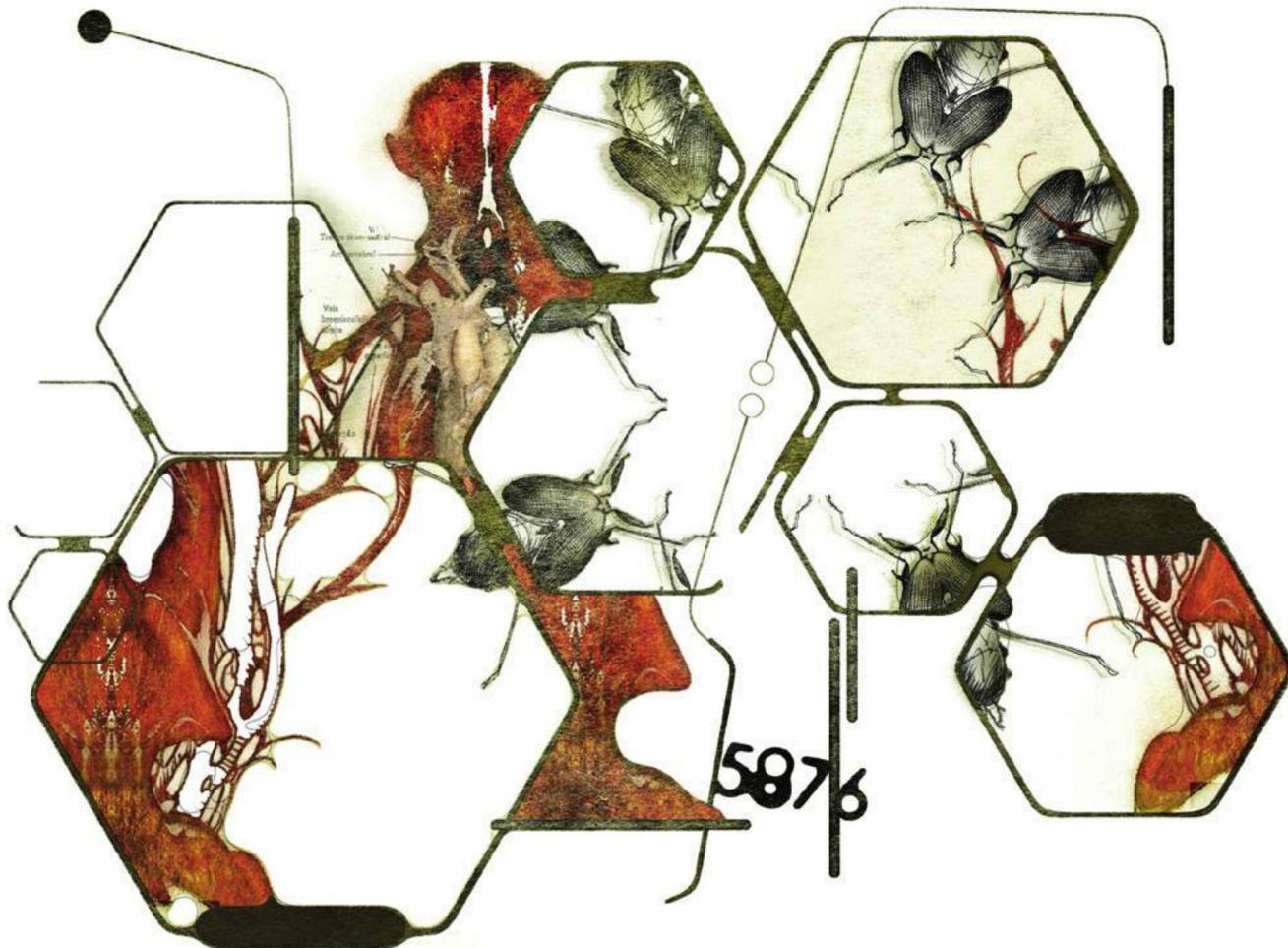


ILUSTRAÇÃO: UOL
 racterística de sistemas complexos, indica que alguns de seus elementos executam as mesmas funções, o que torna o sistema mais confiável quando este é perturbado e perde alguns desses elementos.

REDUNDÂNCIA NA ECOLOGIA As espécies que ocorrem em um ecossistema podem ser semelhantes na forma e/ou na contribuição para o funcionamento do ecossistema (em processos como produtividade primária, decomposição, ciclagem de nutrientes, polinização e outros). São funcionalmente semelhantes, por exemplo, duas espécies de plantas que, além de apresentar taxas de fotossíntese similares e assim contribuir com a mesma produção de biomassa no ecossistema, se desenvolvem na mesma época do ano e sob as mesmas condições. Tais espécies fazem parte de um mesmo ‘grupo funcional’.

Em geral, um ecossistema íntegro é formado por diferentes grupos funcionais, e a extinção de um deles pode causar o colapso de importan-

tes funções desse ecossistema. Assim, a perda de várias espécies do mesmo grupo funcional é muito mais danoso que a perda de um número igual de espécies de grupos funcionais distintos. Exemplo disso é o declínio global de insetos polinizadores – a extinção em todo o mundo de muitas espécies de abelhas e outros himenópteros que transportam pólen de uma planta a outra e fecundam campos e florestas.

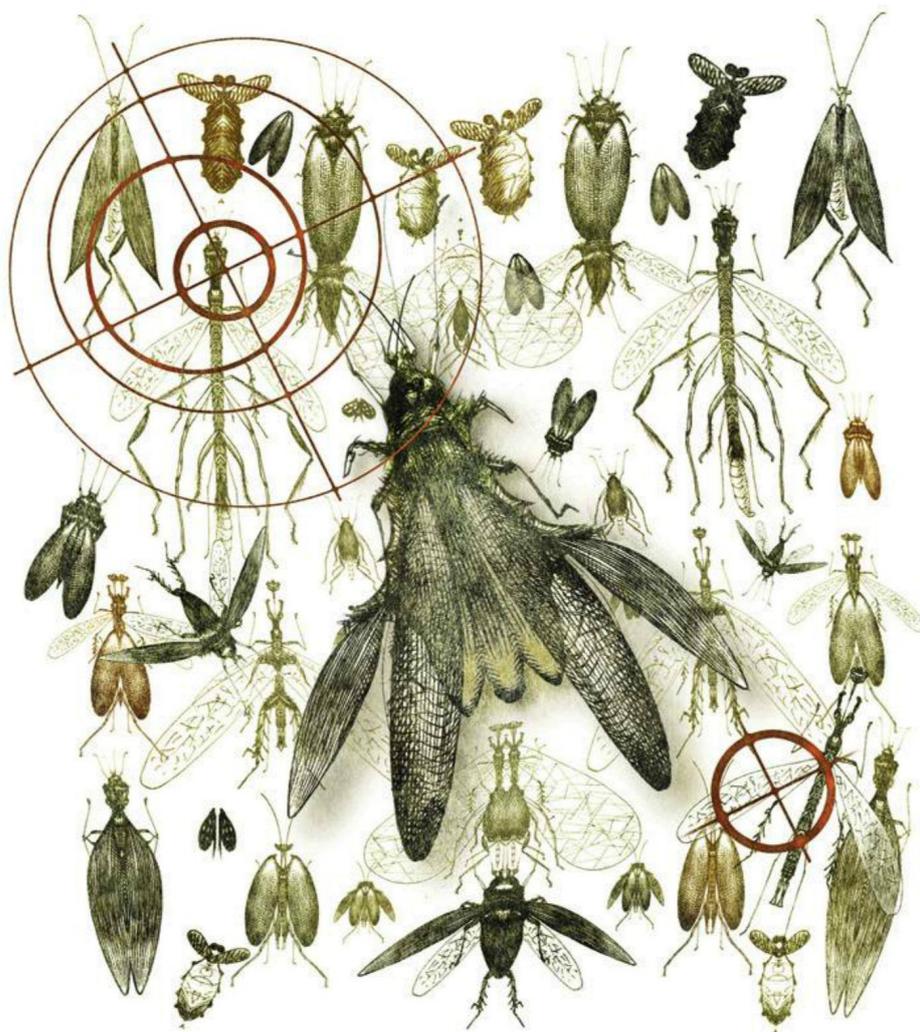
Esse declínio se deve a uma série de fatores, entre eles a conversão de campos nativos e florestas em sistemas agrícolas de alto impacto e, principalmente, o uso de pesticidas. Ironicamente, além de prejudicar esses ecossistemas naturais, a perda de espécies polinizadoras já afeta a produção de alimentos, o que trará consequências econômicas consideráveis. Em determinadas culturas, os produtores já precisam pagar por um serviço comercial de polinização por meios artificiais.

O conceito de redundância funcional foi introduzido na ecologia por Brian H. Walker, ecólogo nascido no

Zimbabwe que estuda a sustentabilidade e resiliência (medida de estabilidade) dos ecossistemas, ao propor que algumas espécies seriam mais importantes para o funcionamento de um ecossistema do que outras. Alguns autores interpretaram essa proposição de forma negativa, concluindo que espécies que mais contribuíssem para a redundância seriam ‘dispensáveis’ para o funcionamento dos ecossistemas e que, por isso, o conceito de redundância seria ‘perigoso’ para a conservação. Assim, segundo esses críticos, alguém poderia argumentar que a extinção de espécies não é um problema tão grave, pois a maioria delas seria supérflua.

A redundância funcional, porém, não torna essas espécies dispensáveis, já que elas podem estar garantindo a estabilidade dos ecossistemas em que coexistem em caso de perturbações ou de extinção de algumas espécies. Seriam como um ‘seguro’. Para defender o uso desse conceito, o ecólogo Shahid Naeem, da Universidade de Columbia (Estados Unidos), faz analogias com sua

>>>



aplicação na engenharia e ressalta seus aspectos positivos para a manutenção dos processos nos ecossistemas. Naeem descreve modelos matemáticos que relacionam redundância e confiabilidade de sistemas, em outras áreas, e que poderiam ser aplicados a sistemas ecológicos.

Nessa mesma linha, os ecólogos brasileiros Carlos Fonseca e Gislene Ganade desenvolveram modelos matemáticos mostrando que, quanto maior o número de espécies de um ecossistema (principalmente se as espécies estão distribuídas de modo homogêneo entre os grupos funcionais), menor é a probabilidade de esse ecossistema perder todas as espécies de um mesmo grupo funcional. Uma analogia com os parafusos que prendem as rodas de um carro explica esse resultado de modo mais simples: se perdermos um pa-

rafuso de cada uma das rodas, o carro continua em movimento (correndo maior risco), mas sem os quatro parafusos de apenas uma roda o condutor terá sérios problemas.

SIMILARIDADE FUNCIONAL Há uma limitação na comparação da redundância funcional em sistemas de engenharia com o mesmo conceito aplicado a ecossistemas. Em primeiro lugar, as peças da estrutura de um prédio foram projetadas para desempenhar uma função determinada. Já as espécies vegetais e animais exercem diversas funções e o fazem por ter características morfofisiológicas e comportamentais decorrentes de sua adaptação ao ambiente por meio de um processo evolutivo de seleção natural. Cabe ressaltar que 'função', no caso de espécies biológicas, não significa sim-

plesmente 'propósito' ou 'objetivo', como no caso dos elementos de uma máquina ou uma construção.

Redundância funcional é uma propriedade importante tanto na engenharia quanto na ecologia, mas sua avaliação é um pouco mais problemática nessa última, principalmente pela dinâmica e complexidade presentes nos sistemas biológicos. É por esse motivo que, atualmente, os ecólogos não falam em espécies redundantes, preferindo usar a expressão 'grau de similaridade funcional'.

Assim, quanto mais semelhantes são as espécies de uma comunidade, em termos das funções ecossistêmicas que desempenham, menor é, segundo os ecólogos, a diversidade funcional da comunidade. A redundância funcional de uma comunidade é definida como a parcela da diversidade total de espécies que não é diversidade funcional. Em teoria, a redundância funcional será nula se as espécies existentes em uma comunidade tiverem funções completamente diferentes, e será igual à diversidade de espécies quando todas as espécies forem idênticas quanto às suas funções.

Ou seja, a redundância, ainda que não seja diversidade funcional, faz parte da diversidade biológica de um ecossistema e também ajuda em sua proteção contra perturbações. Esse conceito pode ser muito útil à ecologia e ao debate atual sobre conservação: estudos recentes mostram que a exploração não sustentável de diferentes ecossistemas vem reduzindo sua redundância funcional e deixando-os mais vulneráveis às mudanças.

O desconhecimento da importância da redundância funcional trouxe como consequência, no edifício Roman Point, um grande prejuízo econômico e a morte de quatro pessoas. Negligenciar essa propriedade em ecossistemas também pode resultar em graves perdas para a sustentabilidade, não apenas dos ambientes naturais, mas das populações humanas que deles dependem. **CH**



FOTO: CICERO RODRIGUES

Não me lembro de descoberta científica tão amplamente divulgada pela mídia desde que comecei minha carreira científica, na década de 1980

À PROCURA DE PARTÍCULAS

Escrevo esta coluna dias após a divulgação da observação de uma nova partícula por dois grupos experimentais do LHC (Grande Colisor de Hádrons), no Cern (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), na Suíça. Não me lembro de descoberta científica tão amplamente divulgada pela mídia desde que comecei minha carreira científica, na década de 1980. Tudo em torno desse experimento é grandioso: seu orçamento (cerca de US\$ 9 bilhões), o número de pesquisadores envolvidos (mais de mil) e os desafios tecnológicos superados para construir um instrumento científico tão complexo.

É o que se chama *big science*.

Não menos grandioso é o resultado experimental. Há boas razões para crer que a partícula observada seja o bóson de Higgs. Prevista há cerca de 50 anos pelo físico teórico britânico Peter Higgs, entre outros, ela desempenha papel-chave no Modelo Padrão, a teoria (de enorme sucesso) que descreve a física do mundo subatômico.

O anúncio foi feito com cautela, pois ainda há propriedades da partícula a serem verificadas, antes de se ter certeza de que se trata do bóson de Higgs. Mas a comunidade científica está muito otimista.

Descrever a importância e as implicações dessa descoberta requer engenho e arte. Recomendo – aos que entendem inglês – o vídeo de John Ellis (<http://bit.ly/NVhaVF>), grande cientista envolvido no projeto. Certamente, a descoberta é um marco significativo para a física fundamental e para a nossa compreensão da natureza na escala micro.

Coincidentemente, também no mês passado, a revista *Science* publicou pesquisa feita, em Delft (Holanda), pelo grupo do físico Leo Kouwenhoven. O artigo relata a primeira observação de outra ‘partícula’ há muito tempo procurada: o férmion de Majorana, proposto teoricamente, em 1936, por Ettore Majorana (1906-1938), físico italiano brilhante que desapareceu jovem,

sob circunstâncias nunca esclarecidas.

No mundo subatômico, frequentemente associada a uma partícula, existe uma antipartícula. Por exemplo, o elétron, de carga negativa, tem, como ‘parceiro’, o pósitron, cuja carga é oposta. Quando os dois se encontram, eles podem se aniquilar e se transformar em energia. No caso de férmions de Majorana, no entanto, partículas e antipartículas são idênticas. Isso condena os férmions de Majorana a ser solitários, pois, quando se encontram, eles se aniquilam – ou seja, não é preciso a interação com uma antipartícula. Ainda não são conhecidas partículas elementares que tenham essa propriedade.

O que o grupo experimental de Kouwenhoven mostrou foi que é possível emular – e o leitor entenderá o porquê desse verbo mais abaixo – as propriedades dos férmions de Majorana em experimentos com supercondutores feitos de nanofios. Esse resultado já está sendo reproduzido e aperfeiçoado por vários grupos, visando à manipulação dos Majorana.

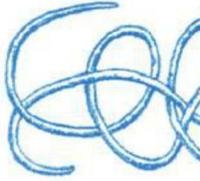
É o que se chama *small science*.

Acredita-se que os Majorana observados em estado sólido – como os do grupo holandês – são bons candidatos para servirem como plataforma para a computação quântica. A capacidade de controlar e manipular os estados eletrônicos tipo Majorana permitiria implementar algoritmos muito mais eficientes que os utilizados hoje em dia.

Explico agora o verbo ‘emular’. Para muitos, chamar de férmions de Majorana esses estados ‘fabricados’ é uma heresia. Porém, se eles têm exatamente as propriedades postuladas por Majorana, por que receberiam outro nome? Tal demanda transcende nossa atual percepção da realidade.

Mas, afinal, o que são bósons e férmions? Voltarei ao tema na próxima coluna. Por enquanto, ficam aqui os parabéns aos grupos que observaram essas ‘novas’ partículas! **CH**

CAIO LEWENKOPF
Instituto de Física,
Universidade Federal Fluminense



Internação involuntária

IMPLICAÇÕES ÉTICAS, CLÍNICAS E LEGAIS

PEDRO GABRIEL DELGADO
Departamento de Psiquiatria,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Não se pode banalizar a internação psiquiátrica realizada contra a vontade do paciente apenas usando o argumento da gravidade da situação clínica e social que afeta pessoas que consomem a droga ilícita conhecida como *crack*.

O tratamento obrigatório, isto é, imposto ao paciente, é uma situação-limite para os profissionais da saúde. Os médicos, de acordo com seu código de ética, só estão autorizados a impor uma conduta terapêutica contra a vontade do paciente em casos explícitos de “imminente risco de vida”. Portanto, é uma medida heroica, cuja justificativa ética sustenta-se na defesa concreta e objetiva da vida em situação de risco imediato.

Vem-me à lembrança um caso concreto, que acompanhei como psiquiatra de hospital geral: um paciente com anemia aguda recusou, por convicções religiosas, a transfusão de sangue. Por isso, e porque não ficou claramente estabelecido ser esta a única possibilidade de salvar o paciente na situação dramática do limite entre a vida e a morte, o procedimento não pôde ser realizado. Foi necessário recorrer a uma terceira instituição,

a Justiça, o que exige tempo. Muitas horas depois, obteve-se uma decisão judicial. Essa aparente dificuldade é uma imposição ética e legal. Completo a história: um novo exame revelou uma melhora importante do quadro de anemia, e a transfusão – já autorizada pela Justiça – não precisou ser realizada, o que enfim foi a melhor solução terapêutica. Esse exemplo mostra toda a complexidade do tratamento involuntário.

O Estado – seja por meio de médicos, juízes, policiais ou assistentes sociais – não dispõe de autorização sem limites para impor um tratamento e privar de liberdade os consumidores de drogas ilícitas. Os limites são de duas naturezas. Jurídica, pois no estado democrático de direito a liberdade é um bem inalienável e a democracia consiste justamente em estabelecer os limites da intervenção do Estado, com base na Constituição e nas leis. E científica, já que numerosos estudos sobre o complexo problema do tratamento obrigatório para dependentes de drogas demonstram a baixa efetividade dos métodos coercitivos, se comparados a uma abordagem mais compreensiva, clínica, que leve em conta a vulnerabilidade social e os fatores culturais envolvidos.

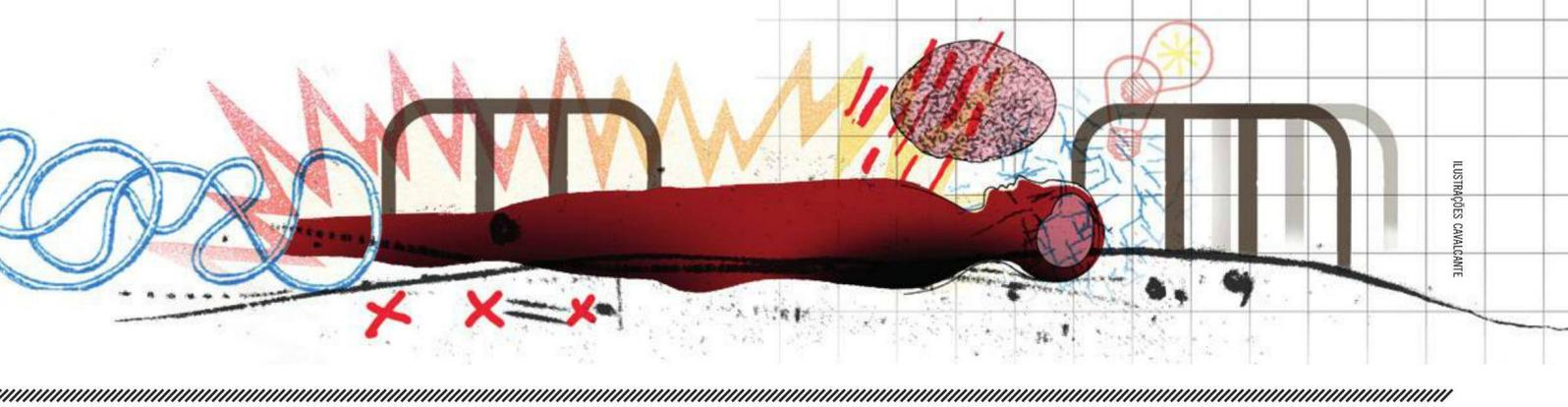
Essa é certamente uma grande polêmica científica e ética, e avançaremos muito em nosso país se aceitarmos debater com profundidade as limitações do tratamento obrigatório. Podemos começar perguntando: quais têm sido os resultados clínicos reais para pacientes submetidos à po-

lítica de ‘recolhimento compulsório de drogados’, posta em marcha no Rio de Janeiro e sustentada em determinação interna de órgão da administração municipal (Resolução 20, de 27 de maio de 2011, da Secretaria Municipal de Assistência Social)? Como têm funcionado os abrigos para onde são encaminhados os ‘drogados’? Que resultados vêm sendo efetivamente alcançados pelas chamadas ‘comunidades terapêuticas’?

O Brasil tem uma lei para tratar desse tema: a Lei 10.216, de 2011, conhecida como Lei da Reforma Psiquiátrica. Ela define que a internação psiquiátrica pode ser: voluntária, involuntária (quando o paciente se opõe à medida, mas há razões de risco e urgência para realizá-la) e compulsória (definida pela Justiça, nos casos já previstos em lei, como a medida de segurança definida no Código Penal). Instituída sob as premissas éticas dos direitos humanos e da humanização e modernização do atendimento psiquiátrico, a lei estabelece que não pode haver incompatibilidade entre o tratamento psiquiátrico e os direitos humanos. Não é um desafio simples, e não se resolve com palavras, mas com decisões eticamente sustentadas, principiando pela aceitação da complexidade e delicadeza do tema.

A internação involuntária deve ser realizada apenas quando existe situação de risco iminente para o paciente ou para terceiros. Sua regulamentação está presente nas legislações de diversos países, e consta da importan-

É NECESSÁRIO RECONSTRUIR UM DIÁLOGO, ONDE O TRATAMENTO DOS USUÁRIOS DE DROGAS E OS DIREITOS HUMANOS NÃO SE COLOQUEM EM CAMPOS OPOSTOS



te 'Declaração de Princípios das Nações Unidas sobre a Proteção de Pessoas com Enfermidade Mental e a Melhoria da Assistência em Saúde Mental', de dezembro de 1991. Esse tipo de internação só pode ocorrer mediante determinação médica, mas isso não basta: precisa ser comunicada ao Ministério Público, que a submeterá a um órgão de revisão (uma comissão multidisciplinar), para assegurar ao paciente o direito ao contraditório e para verificar a real necessidade da medida.

O que se deseja, com essas ressalvas, é garantir ao paciente, nos casos extremos em que a internação involuntária for necessária, o direito de revisão e acompanhamento. Quando bem indicada, uma internação involuntária frequentemente passa a ser aceita pelo paciente e torna-se voluntária – sempre com a participação da comissão revisora. É preciso aperfeiçoar esse mecanismo em nosso país, porque ele não apenas protege os direitos do paciente, mas impõe uma qualificação permanente dos serviços públicos de saúde mental.

A internação judicial ou compulsória deveria limitar-se aos casos previstos na chamada 'medida de segurança', isto é, quando ocorrem delitos cometidos por uma pessoa com doença mental. Entretanto, o que se observa no país é uma extensa e avassaladora judicialização das internações psiquiátricas, sob a pressão da gravidade dos casos associados ao consumo de drogas. A saúde pública, em parce-

ria com a assistência social e outras políticas públicas, não deve se omitir nem se mostrar ambígua diante dessa visão coercitiva e judicializante do complexo problema das drogas, e precisa apresentar soluções concretas.

Essas soluções já estão enunciadas: centros de atenção psicossocial (com funcionamento de 24 horas), internações em serviços capacitados para esse atendimento em hospitais gerais, consultórios de rua, estratégias de redução de danos, casas de acolhimento transitório, iniciativas de inclusão social e diminuição da vulnerabilidade social e outras. É necessário reconstruir um diálogo, onde o tratamento dos usuários de drogas e os direitos humanos não se coloquem em campos opostos. **CH**

PRIORIDADE É DIREITO INTEGRAL À SAÚDE

ANTÔNIO GERALDO DA SILVA

Associação Brasileira de Psiquiatria
(presidente)

A sociedade brasileira espera, há vários anos, que o governo federal saia da inércia e passe a atuar de modo mais efetivo na atenção ao doente mental – e agora, especialmente, ao dependente químico. Uma luz mais forte surgiu no final de 2011, quando o governo anunciou um conjunto de ações para operacionalizar o Plano Integrado de Enfrentamento ao Crack e Outras Drogas, criado em maio de 2010. No entanto, a proposição midiática ainda não se tornou prática assistencial e preventiva.

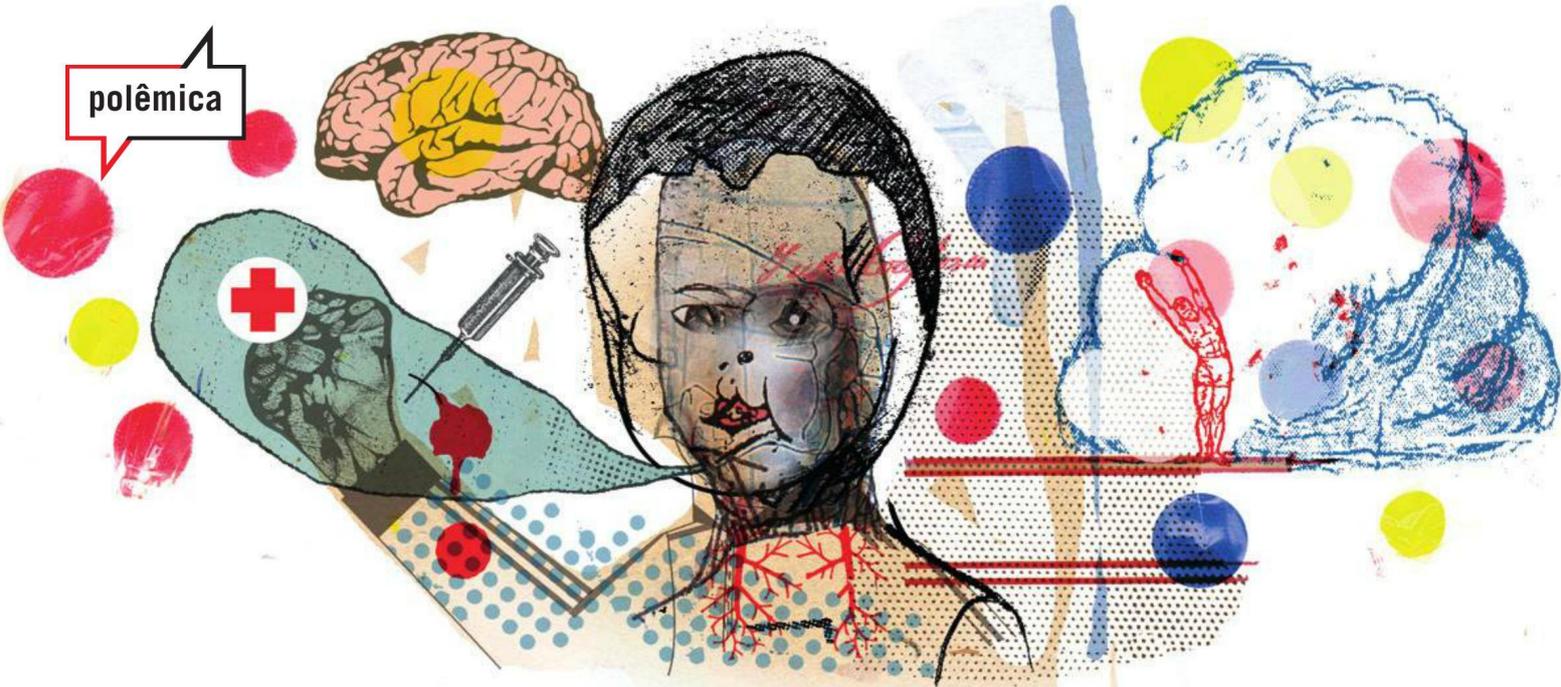
Para esclarecer esse assunto, é necessário atentar para o que acontece hoje e avaliar o cenário dos proble-

mas psicossociais que o Brasil enfrenta. Partimos do princípio definido pela Lei 10.216, de 2011, que estabelece os três tipos de internação em psiquiatria: a voluntária, involuntária e a compulsória. A primeira se dá quando o paciente concorda com a internação e tem a capacidade de decidir e de compreender a finalidade da internação. A involuntária é aquela determinada contra a vontade do paciente, mas com o consentimento da família. Cabe ao médico informar ao Ministério Público, no prazo de 72 horas, a justificativa para esse tipo de internação. Já a compulsória é decidida pelo magistrado, após

ouvir o parecer do psiquiatra. A justificativa habitual para a forma compulsória é o fato de o paciente representar risco para si ou para a coletividade.

A Associação Brasileira de Psiquiatria (ABP) não prioriza ou prestigia qualquer das formas de internação. O que a entidade defende é a aplicação da Lei 10.216, que dispõe sobre a proteção e os direitos das pessoas portadoras de transtornos mentais. Ela redireciona o modelo assistencial em saúde mental e determina que é direito de todo cidadão ter acesso ao melhor tratamento, o que pode acontecer no ambulatório, com internação res- trita ao dia, à noite ou integral.

>>>



A ABP também defende que cabe ao psiquiatra fazer a indicação do tratamento, já que esse profissional detém o conhecimento a respeito dos procedimentos mais efetivos para preservar a integridade e a vida da pessoa enferma. É necessário que a sociedade entenda que as doenças mentais requerem atendimento diferenciado e não podem ser comparadas a outros males ou problemas de saúde mais conhecidos, como infarto do miocárdio, pneumonia, apendicite, insuficiência renal ou fraturas em geral, para citar alguns. Os médicos indicam o melhor tratamento para o paciente, respaldados por evidências científicas de efetividade das opções terapêuticas. Cabe ressaltar que as questões sociais envolvidas em cada situação clínica devem ser resolvidas por assistentes sociais e as questões jurídicas por profissionais do direito.

O objetivo é garantir condutas clínicas eficazes, contando com os esforços integrados de equipes multidisciplinares. A ação dessas equipes deve estar focada no melhor tratamento dos doentes. São estes que estão em situação de risco e se espera que possam discernir os fatos e decidir pelo que, de fato, julguem ser o melhor. No entanto, diante da eventual incapacidade do paciente, cabe ao médico – juntamente com os familiares responsáveis e, por extensão, com o poder público – garantir a melhor atenção em saúde.

A INTERNAÇÃO É O ÚLTIMO RECURSO DENTRO DE UMA REDE DE ATENÇÃO AO DOENTE MENTAL E, QUANDO NECESSÁRIA, DEVE SER FEITA EM LOCAL ADEQUADO, COM QUALIDADE COMPROVADA E COM RESOLUTIVIDADE, OU SEJA, CAPACIDADE DE RESOLUÇÃO DOS CASOS

Atualmente, no Brasil, há uma demanda por atendimento psiquiátrico em todos os níveis e a rede especializada existente não é capaz de atender a essa necessidade. Com exceção dos hospitais psiquiátricos, os serviços atuais não têm sido avaliados sistematicamente em termos de eficácia, eficiência e efetividade, o que contribuiria para seu aprimoramento. Além disso, o país perdeu cerca de 90 mil leitos psiquiátricos nos últimos anos. Portanto, o poder público não apenas demonstra um mercado desinteresse em qualificar o atendimento existente, mas também fecha serviços psiquiátricos, demonstrando descaso para com a população carente de atenção em saúde nessa área.

Outra grande preocupação para os psiquiatras é a transformação dos presídios em novos manicômios. Pacientes psiquiátricos que cometem delitos são somados aos presidiários que padecem de doenças mentais. Este é

outro subproduto da desassistência crescente em psiquiatria: os presídios brasileiros, em seu conjunto, já abrigam mais de 60 mil doentes mentais graves.

Assim, lutamos exatamente pelo cumprimento da Lei 10.216. Essa norma legal precisa ser obedecida nos seus parâmetros reais, sem ser burlada por interpretações espúrias que embasam portarias equivocadas sobre a atenção em psicopatologia. É preciso evitar discursos ideológicos, que evidenciam grave conflito de interesses. Nós, psiquiatras, nos colocamos em oposição ao que se observa hoje: doentes mentais tornando-se moradores de rua, ao sabor da desassistência psiquiátrica. A ABP também se dispõe a colaborar para uma abordagem organizada de problemas como a disseminação do uso de cocaína em sua forma fumável, o *crack*.

Mais de 90% do trabalho psiquiátrico pode ser realizado em ambulatórios, com condições dignas de atendimento e com um melhor resultado para o paciente. A internação é o último recurso dentro de uma rede de atenção ao doente mental e, quando necessária, deve ser feita em local adequado, com qualidade comprovada e com resolutividade, ou seja, capacidade de resolução dos casos. Capacidade esta que é rotina no sistema privado e nos melhores centros acadêmicos do mundo. Lidamos com a vida e por isso buscamos a qualidade de vida da sociedade. **GH**



FOTO CICERO RODRIGUES

O filósofo Denis Diderot (1713-1784) considerava a visão o mais superficial dos sentidos. Em uma hierarquia composta por visão, tato e audição, o primado cabia à última e o terceiro lugar à primeira

OS SENTIDOS DE OUTRORA

Nossa civilização é tão visual que costumamos a crer que outrora tenha sido diferente. Mas foi, e sobretudo para os homens que viveram entre o final da Idade Média e a Revolução Francesa de 1789. Os navegadores, desde Cristóvão Colombo, acreditavam mais nas coisas das quais tinham ouvido falar do que nas que tinham diante dos olhos; em plena época das Luzes, o filósofo Denis Diderot (1713-1784) considerava a visão o mais superficial dos sentidos. Em uma hierarquia composta por visão, tato e audição, o primado cabia à última e o terceiro lugar à primeira.

Malgrado a invenção da imprensa em 1453, a audição seguiu soberana até a industrialização. O barulho dos pássaros excitava mais a imaginação dos poetas do que a beleza da sua plumagem, e, quando falava do mar, Pierre Ronsard (1524-1585) evocava seu som, e não a cor ou a forma das ondas. Em *Dom Quixote* (1605), Sancho Pança diria, enleado: “Onde há música, senhora, não pode haver coisa ruim”. Seu amo, o Cavaleiro da Triste Figura, é um exemplo soberbo da pouca importância da visão, pois o que tinha diante dos olhos era transformado pela imaginação poderosa, pelo que lera e ouvira sobre romances de cavalaria.

Nas noites longas do inverno europeu, lia-se, em voz alta, das gazetas de notícias aos almanaques que informavam sobre a chuva, as colheitas, os horóscopos, sem deixar de lado os contos de fadas. Os humanistas se reuniam em grupos para ler textos eruditos, e Martinho Lutero (1483-1546) dizia que as orelhas eram o principal órgão dos fiéis, pois permitiam acesso à palavra de Deus: daí a relevância dos sermões, e grandes oradores, como Jacques Bossuet (1627-1704) na França e o padre Antonio Vieira (1608-1627) no mundo luso-brasileiro, fizeram desse gênero um instrumento valioso para disseminar suas ideias. O peso da audição explica a importância atribuída às blasfêmias, que nos países ibéricos integravam o grupo dos crimes morais e ficavam sujeitas à Inquisição. Preferir palavras

impróprias sobre a virgindade de Maria ou a vida eterna feria os ouvidos dos crentes e os de Deus. Em chave análoga, atos mágicos deveriam ser acompanhados de palavras misteriosas e incompreensíveis, como a ‘abracadabra’ das histórias infantis.

No mundo da política, temia-se a propagação de notícias sobre revoltas populares, e os governantes procuravam fazer com que a maior dificuldade em vencer as distâncias trabalhasse no sentido de preservar sua autoridade. Palavras sediciosas eram quase tão temidas quanto os atos de sedição. No âmbito do império português, proferir tais palavras constituía crime de inconfidência, e muito – ou quase tudo – do que foi atribuído aos acusados de crime de lesa-majestade em Minas Gerais, em 1789, residiu em palavras ditas. Do outro lado do Atlântico, em julho do mesmo ano, boatos alarmistas cortaram a França com velocidade espantosa, acarretando mortes e saques de castelos enquanto, em Paris, os acontecimentos de rua levavam à queda da Bastilha. O fenômeno ficou conhecido como ‘O grande medo de 1789’ e foi estudado pelo historiador Georges Lefebvre (1875-1959).

Talvez tenha sido na Holanda burguesa que a visão começou a se impor com maior intensidade: na arte de descrever dos pintores, como conceituou a historiadora Svetlana Alpers, atentos aos detalhes do dia a dia, aos escaravinhos, às abelhas, às flores, frutas, pedaços de carne, peixes mortos, bem como à luz que entrava pela janela e permitia à jovem ler uma carta recebida, conforme a conhecida pintura de Johannes Vermeer (1632-1685).

Na Holanda, onde as janelas foram as primeiras da Europa a ganhar vidros, os sábios puderam, graças ao aperfeiçoamento dos instrumentos ópticos, enxergar o infinitamente grande, por meio do telescópio, e o infinitamente pequeno, por meio do microscópio. Atestando que o desenvolvimento científico caminha junto com a ênfase maior no sentido da visão. **CH**

LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,
Universidade de São Paulo

Obstáculo ao domínio do mal

1922 **HÁ 90 ANOS ERA CRIADO O PRIMEIRO HOSPITAL PARA TRATAMENTO DE CÂNCER NO BRASIL.** No dia 7 de setembro de 1922 o Brasil ganhou seu primeiro grande centro de pesquisa e tratamento do câncer, com a inauguração, em Belo Horizonte, do Instituto Radium. Graças à oferta dos então chamados serviços de roentgenterapia (terapia com raios X) e curieterapia (irradiação de tumores com agulha de platina impregnada de rádio), o país se preparava para enfrentar uma doença que mostraria cada vez mais sua face ao longo do século 20. A importância do Instituto mereceu pouco tempo depois a visita ilustre de Marie Curie, Nobel de Física em 1903 e de Química em 1911.

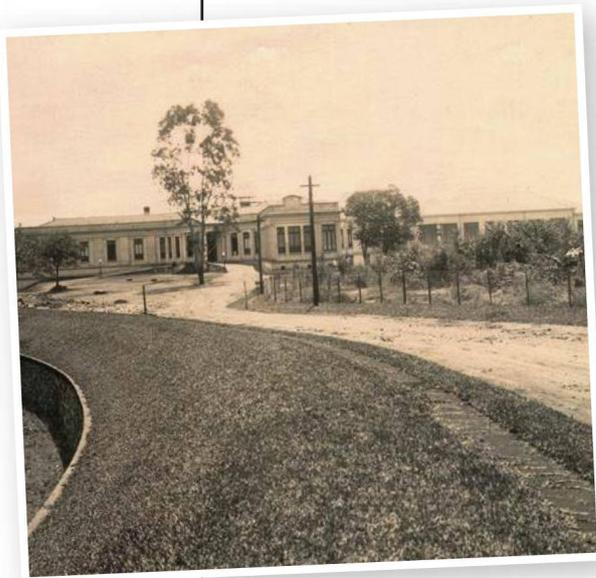
RITA DE CÁSSIA MARQUES

Departamento de Enfermagem Aplicada, Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais

CONSIDERADA DOENÇA RARA E INCURÁVEL, o câncer recebeu pouca atenção da medicina durante longo tempo. Só na passagem do século 19 para o 20, com a melhoria do padrão de vida em alguns países e o decorrente envelhecimento de sua população, chamou a atenção da comunidade médica internacional. Com a publicação de vários artigos sobre o tema, novos casos passaram a ser diagnosticados. Embora naquele momento ainda se soubesse pouco sobre a doença, já se conhecia uma técnica para tratá-la com o emprego da radioatividade, que vinha sendo estudada pelo físico Wilhelm Roentgen (1845-1923) e pelo casal Pierre (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934).

No Brasil, só em 1922, no Primeiro Congresso Nacional dos Práticos, ocorrido no Rio de Janeiro, o câncer foi apresentado como “mal universal” e entrou na pauta de preocupações da nascente República. Apesar disso, o governo se restringiu nesse momento a apoiar iniciativas de particulares.

Por ser uma preocupação nova, não é de estranhar que a primeira cidade brasileira a abrigar uma instituição para tratamento de câncer no país fosse Belo Horizonte. A nova capital de Minas Gerais, planejada segundo padrões de cidade ‘higiênica’ e inaugurada em 1897, atraiu gente de várias partes do país em razão de suas boas condições sanitárias e pelo fato de ser uma terra promissora. O médico Eduardo Borges da Costa (1880-1950) chegou à



Instituto Radium na década de 1920

FOTOS: ACERVO CENTRO DE MEMÓRIA DA ESCOLA DE ENFERMAGEM DA UFMG

capital em 1906 e logo se destacou na comunidade médica local por seu trabalho na Santa Casa de Misericórdia.

Preocupado com a situação do câncer e articulado com as elites políticas mineiras, Borges da Costa levou à consideração do então presidente do Estado, Arthur Bernardes (1875-1955), proposta de criação de um instituto de pesquisa e tratamento da doença que empregasse a roentgenerapia e a curieterapia, esta última decorrente das descobertas do casal Curie. Sensível aos argumentos do médico, Bernardes deu total apoio à criação do Instituto.

No relatório de governo que enviou à Câmara em 1921, informou que as obras de construção do centro de pesquisas estavam adiantadas e que o governo havia adquirido 25 centigramas do elemento rádio para uso no instituto em seus primeiros anos de funcionamento. A substância, adquirida nas usinas da Sociedade Francesa de Energia e Radioquímica de Courbevoie, pela soma de 276.459 francos, foi distribuída pelos vários aparelhos destinados às diferentes aplicações terapêuticas. Todo o aparato necessário ao bom funcionamento do centro de pesquisas foi encomendado nos Estados Unidos e na Suíça.

No Instituto, que ficaria conhecido como Instituto Radium, passaram então a ser feitas aplicações de raios X e rádio para tratamento de câncer, bem como pesquisas na área de cirurgia. Para tanto, foi construído um hospital modelo, com excelentes instalações e os mais modernos equipamentos da época. Havia uma seção para doentes pensionistas e enfermarias para os dois sexos.

O Instituto teve como primeiro diretor Eduardo Borges da Costa, que era assessorado pelos colegas Samuel Libânio (vice-diretor) e Levy Coelho (secretário e tesoureiro). Jacyntho Campos era chefe do serviço de roentgenerapia, e Mário Penna chefiava o de curieterapia. Por essa época, com o emprego de modernas técnicas cirúrgicas e a aplicação de substâncias radioativas, o câncer deixou de ser considerado doença 'incurável' para se tornar 'tratável'.

PRESTÍGIO INTERNACIONAL Meses após a inauguração do Instituto Radium, Borges da Costa foi à França participar – com os colegas brasileiros Carlos Chagas (1878-1934), Eduardo Rabello (1876-1940), Gustavo Koehler Riedel (1887-1934) e Eurico Vilela (1883-1962) – das comemorações do centenário de nascimento de Louis Pasteur (1822-1895). Na oportunidade, apresentou projetos arquitetônicos e maquetes do Instituto, feitos pelo austríaco Amadeu Mucchiut (1878-1938). Em 1923, a construção foi premiada na Exposição de Arquitetura de Paris.

O Instituto Radium tornou-se conhecido fora do país, a ponto de atrair a atenção da cientista Marie Curie. Em 1926, quando esteve no Brasil, com a filha Irène (1897-1956), também cientista, a convite do Instituto Franco-brasileiro de Alta Cultura, ela fez questão de ir a Belo



Visita de Marie Curie ao Instituto Radium, Belo Horizonte, em 1926. Eduardo Borges da Costa (de terno, colete e gravata borboleta) está ao lado de Marie e sua filha Irène (ambas de preto no centro da foto)

Horizonte para conhecê-lo. No dia 17 de agosto daquele ano, Borges da Costa, além de acolher a ilustre visitante, pôde receber de suas mãos três novas porções de rádio para uso no hospital. No livro de registro de visitas ao instituto, mãe e filha deixaram suas assinaturas. No dia seguinte, Marie proferiu na Faculdade de Medicina uma palestra sobre aplicações médicas da radioatividade.

QUEDA E REABILITAÇÃO Em 1950, com a morte de Borges da Costa, o Instituto passou a denominar-se Hospital Borges da Costa, e sua direção ficou a cargo de seu filho e também médico Oswaldo Borges da Costa. Em 1967, a família doou o hospital à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), atrelando a doação ao compromisso da universidade de mantê-lo como hospital especializado no tratamento de câncer.

Seguiram-se tempos difíceis, de crise financeira e orçamento apertado. Como, ao longo do tempo, o hospital não recebeu manutenção em suas instalações, ficou ameaçado: uma vistoria técnica constatou risco de incêndio e desabamento do teto. Em 1977, não restou à UFMG alternativa senão desativar o prédio até obter recursos para recuperá-lo. Como estes não vieram, em 1980 o outrora prestigiado centro de pesquisa e tratamento médico acabou ocupado por estudantes e transformado em moradia estudantil, à revelia da UFMG. Assim permaneceu até 1998, quando foi desocupado por meio de uma ação da Polícia Federal e posteriormente reformado graças a recursos provenientes de emendas aprovadas por parlamentares mineiros no Congresso Nacional.

Hoje, após reformas que preservaram a arquitetura original, o antigo Instituto Radium integra o Hospital das Clínicas da UFMG, e em suas dependências funcionam os ambulatórios de oncologia (para consultas médicas e serviço de quimioterapia), endocrinologia e cirurgia, além de um projeto de estudos sobre saúde do adulto. Os serviços que presta se ampliaram, sem que se deturpasse sua missão original de combater o câncer. **GH**

AS OUTRAS FACES DE UM FÍSICO CLÁSSICO



Física, mecânica e filosofia: O legado de Hertz

Antonio Augusto Passos Videira e Ricardo Lopes Coelho

Rio de Janeiro, Eduerj, 126 p., R\$ 25

SÃO APENAS 120 PÁGINAS. Mas valem serem lidas por quem se interessa pela história e filosofia da ciência. Poucos cientistas influenciaram decisivamente sua disciplina e, ao mesmo tempo, contribuíram para a filosofia. Um deles foi o alemão Heinrich Hertz (1857-1894) – talvez, o último dos grandes físicos do século 19.

A maior contribuição de Hertz para a física foi a detecção das ondas eletromagnéticas, previstas nas equações do físico escocês James Maxwell (1831-1879). Surpreende-nos hoje saber que o tratado de Maxwell, de 1873, não contém suas famosas quatro equações e nem sequer menciona como as ondas eletromagnéticas poderiam ser produzidas ou detectadas. Ainda no campo experimental, vale lembrar que um dos argumentos mais importantes usados pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) para estabelecer teoricamente a natureza corpuscular da luz foi uma descoberta de Hertz em 1887: o efeito fotoelétrico, fenômeno no qual a luz é capaz de arrancar elétrons de um metal.

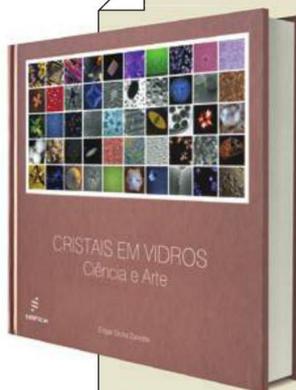
Hertz foi ainda um teórico excelente, que ajudou a moldar a teoria eletromagnética como a estudamos hoje.

O que está descrito acima todos os físicos provavelmente conhecem – em particular, este signatário já lecionou inúmeras vezes o curso de eletromagnetismo, incluindo ali os trabalhos de Hertz. No entanto, confesso que uma terceira faceta de Hertz me surpreendeu: suas contribuições para a mecânica e para a filosofia.

Em *Princípios da mecânica*, Hertz tentou generalizar o que havia intuído sobre a relação entre teoria e experimento na eletrodinâmica.

Para entendermos o contexto histórico da obra, é preciso dizer que a mecânica clássica (basicamente, o estudo do movimento e suas causas) se desenvolveu em duas vertentes. A primeira, denominada mecânica vetorial, provém diretamente das equações desenvolvidas pelo físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727). Nela, o corpo em estudo (partícula, corpo rígido, fluido etc.) deve ser isolado dos objetos circundantes, de modo que a ação de todos eles seja representada por forças que podem ser de contato ou que agem a distância, como a gravidade.

A segunda vertente foi iniciada pelo físico, matemático e filósofo ale-



Cristais em vidro: ciência e arte

Edgar Dutra Zanotto

São Carlos, Edufscar, 124 p., R\$ 90

Para comemorar os 35 anos do Laboratório de Materiais Vítreos (Lamav) da Universidade Federal de São Carlos, foi lançada esta obra, que reúne os principais trabalhos de pesquisa na área de cristalização em vidros, além de uma coleção de micrografias, fotografias tiradas com microscópio óptico ou eletrônico. Dividido em duas partes, o livro apresenta um resumo dos trabalhos que envolvem o desenvolvimento de novos vidros e o estudo de suas propriedades físico-químicas. As micrografias estão na segunda parte e são divididas em cinco categorias de acordo com o procedimento usado em cada cristalização.

mão Gottfried Leibniz (1646-1716), que advogava o uso da ‘força viva’ – conceito conhecido hoje como energia cinética. Em sua abordagem, as forças foram substituídas por uma grandeza matemática denominada energia potencial.

Hertz propôs uma terceira, na qual apenas entrariam conceitos fundamentais: tempo, espaço e massa. Ele postulava a presença de massas ocultas sujeitas às mesmas leis que as massas visíveis. Nessa mecânica de Hertz, o conceito de força aparece como uma definição, mas não é um conceito primitivo, como aquelas três grandezas citadas acima. Embora sua proposta de reforma da mecânica não tenha sido adotada, o texto de Hertz influenciou toda uma geração de físicos, de Einstein ao alemão Erwin Heisenberg (1901-1976).

Para Hertz, a teoria consiste de ‘imagens’ cujas consequências lógicas deveriam estar em consonância com a realidade que elas representam. Elas não deveriam apresentar contradições lógicas, concordariam com os resultados experimentais e, finalmente, deveriam ser convenientes.

Hertz é mencionado duas vezes no *Tractatus logico-philosophicus*, do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein (1889-1951). Estudiosos de sua obra sustentam que seu pensamento influenciou também os filósofos alemães Ernst Cassirer (1874-1945) e Moritz Schlick (1882-1936) e que ele pode ser considerado, por suas discussões filo-

sóficas, precursor de Thomas Kuhn (1922-1996) – conhecido por seu modelo de paradigmas – e do convencionalismo, concepção da ciência na qual os princípios de nosso conhecimento não passam de meras convenções, das quais se podem enunciar as leis que descrevem a realidade.

O livro em questão é composto de cinco textos. No primeiro, Videira discute a relação entre Hertz e seu mestre, o também físico alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894). Escrito de forma clara, esboça um painel da ciência no final do século 19. No segundo texto, Coelho discute, de forma abrangente, o conteúdo dos *Princípios da mecânica*, bem como o contexto histórico do trabalho de Hertz e sua formulação filosófica. Ele afirma que a razão pela qual a formulação de Hertz não foi adotada pelos físicos se deu por falta, nestes últimos, de um componente filosófico, pois a interpretaram nos moldes tradicionais e não como uma imagem, como a concebeu o próprio Hertz.

Eu diria que o motivo foi outro: a formulação de Hertz simplesmente não se mostrou superior às outras duas vertentes na solução dos problemas usuais da mecânica. Além disso, boa parte dos avanços posteriores da física (relatividade geral e mecânica quântica, por exemplo) é formulada naturalmente com o uso do ferramental que decorreu da vertente lançada por Leibniz – inclui-se, nessa linha, por exemplo, o famoso teorema de Emmy Noether (1882-1935), em que essa

matemática alemã mostra que, para cada simetria de um sistema físico, corresponde uma lei de conservação.

Em resumo: a abordagem de Hertz não acrescentava muito ao presente da teoria, nem serviu de base para seus desdobramentos, como foi o caso dos métodos que brotaram da vertente leibniziana.

O texto a seguir é a introdução de Helmholtz ao livro de Hertz. Nela, o mestre discorre sobre a vida e algumas contribuições experimentais de seu ex-aluno de doutorado. Hertz é apresentado como um físico tecnicamente competente e dedicado, bem como ser humano modelar, modesto, que desdenhava glória e poder, sempre em busca da verdade. Depois, vem o prefácio de Hertz ao seu livro. E, finalmente, temos o primeiro capítulo dos *Princípios da mecânica*, no qual ele apresenta seus princípios filosóficos e metodológicos.

O livro é um exemplo interessante de obra que não teve impacto direto no desenvolvimento da mecânica, mas que se tornou muito importante pelos desdobramentos que suscitou. Como salienta Videira, “oferece um excelente testemunho das mudanças sofridas pela física ao longo de todo o século 19”.

Como um todo, a leitura desse pequeno volume se mostrou aprazível e informativa.

João R. Torres de Mello Neto

Instituto de Física,

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Carta a um menino que viverá 100 anos

Edoardo Boncinelli

Rio de Janeiro, Guarda-chuva, 152 p., R\$ 33

Podemos rejuvenescer partes do corpo, melhorar sua eficiência e longevidade, bem como curar doenças até então letais. Graças aos avanços da biologia e da medicina, viver até os 100 anos será normal para as crianças que estão nascendo agora. Neste livro, o autor oferece as informações necessárias para entender as implicações físicas, éticas, psicológicas e filosóficas dos cenários em que iremos viver. O autor aborda os últimos experimentos sobre vida artificial, as mais recentes descobertas da genética, a medicina regenerativa e a pesquisa sobre os genes que regulam a vida.



30 ANOS DA CH

Incumbiu-me a diretora-presidenta desta Fundação, professora doutora Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão, de parabenizar o Instituto Ciência Hoje pela comemoração dos 30 anos da revista Ciência Hoje. Na oportunidade, parabenizamos pelo profícuo trabalho (...) desse Instituto, contribuindo, cada vez mais, com a divulgação e a educação científica no Brasil.
Sarah Crhistina Neves Abreu
 Chefe de Gabinete, em exercício
 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam)

CH Agradecemos os cumprimentos e convidamos todos os leitores a acompanhar nossas comemorações em: <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/sobre-ich/30-anos-do-ich>

SISTEMA DE CASTAS

Para entender profundamente sobre castas [‘Como surgiu o sistema de castas na Índia?’, em CH 292], por que foram criadas e qual o seu verdadeiro propósito, é preciso estudar os Vedas, os Upanishades e o Mahabharata. (...) Os povos que vive-

ram em outras civilizações tinham suas leis, costumes e cultura, e estes tiveram lá a sua razão de existir.

Beto P. Ribeiro
 Por correio eletrônico

CONCEITO CORRIGIDO

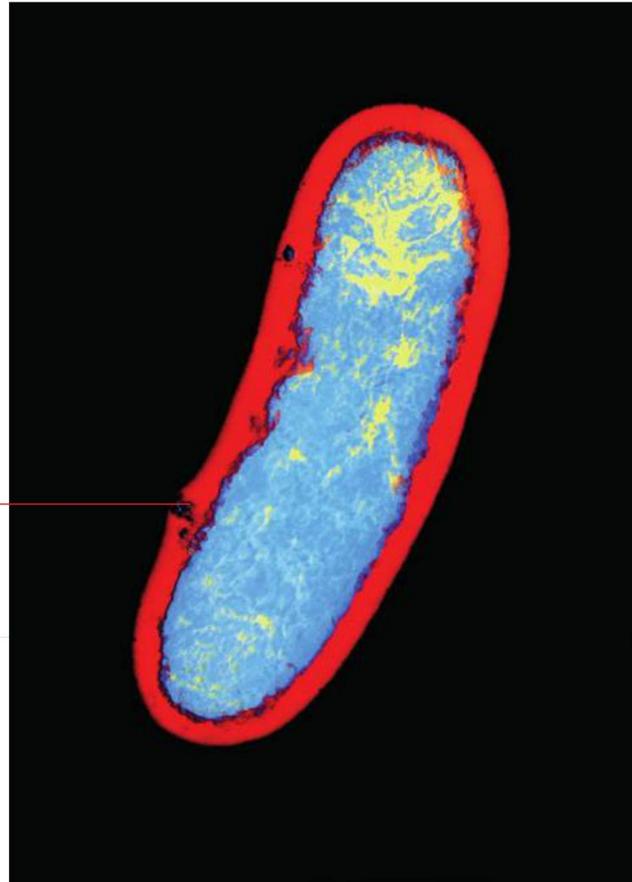
Na edição 293 da CH há um erro logo na abertura da revista, na Carta ao Leitor assinada pela redação da publicação. No segundo parágrafo, há a seguinte oração, se referindo à peste: “A bactéria que transmite a doença ainda circula em roedores silvestres e alguns focos permanecem ativos”. (...) Houve uma confusão entre transmissor e causador. A bactéria citada é, na verdade, a causadora (agente etiológico) da doença, enquanto as pulgas de roedores são as transmissoras desses micro-organismos para o ser humano.

Ricardo D’Addio da Silva
 Por correio eletrônico

CH Agradecemos a correção.

GRAVURA EM PEDRA I

Fico alegre em saber que a descoberta desse registro rupestre [‘Nu mais antigo das



Américas’, em CH 292] tenha sido no Brasil. Esse achado coloca os estudos arqueológicos e as teorias sobre a existência humana na América em novo patamar. Mas devemos ter mais cautela nas interpretações, como diz o doutor André Prous. Viva a arqueologia brasileira!

Kedma Gomes
 Universidade Federal de Sergipe
 (campus das Artes)

GRAVURA EM PEDRA II

Excelente matéria. Parabéns à CH pelo embasamento científico e pela clareza com que é tratado o tema. Grande descoberta para a arqueologia, uma vez que auxiliará

na compreensão do contexto do grupo que produziu a gravura, em nível regional e mundial.

Luana Cardoso
 Por correio eletrônico

RISCO EM PLÁSTICOS

Excelente artigo [‘Os plásticos podem ser perigosos?’, em CH 292]. É preciso alertar autoridades e pesquisadores sobre esses riscos. É preciso fomentar, principalmente nas universidades, uma mentalidade de responsabilidade com relação aos danos causados por substâncias que nos atingem diariamente.

Emmanuel Silva Filho
 Por correio eletrônico

CORREÇÕES

- Nas indicações que constam da resenha ‘A saga de um idealista’ (CH 294, p. 74), sobre o livro *Crônicas subversivas de um cientista*, de Luiz Hildebrando Pereira da Silva, faltou a informação de que a obra foi publicada pela editora Vieira & Lent.
- É incorreta a informação de que a esquistossomose afeta “800 milhões de pessoas no mundo, sendo 200 milhões em países pobres”, presente na nota ‘Vacina contra esquistossomose’ (CH 294, p. 61). Esses números, na verdade, referem-se a habitantes de áreas nas quais é alto o risco de contrair a doença.

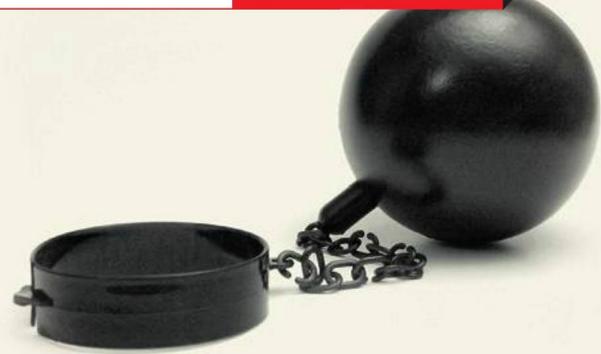
Envie para nós, via internet, seu comentário sobre qualquer texto publicado na *Ciência Hoje*. Sua opinião é importante. As mensagens devem ser encaminhadas para a Seção Cartas, no endereço eletrônico abaixo.

cienciahoje@cienciahoje.org.br



FOTO: CICERO RODRIGUES

PERDEU!



DESAFIO

Com base na tabela abaixo, qual deve ser a relação entre A, B, C e D para que ocorra o dilema do prisioneiro?

	Towers fica em silêncio	Towers entrega Niágara
Niágara fica em silêncio	(A, A)	(B, C)
Niágara entrega Towers	(C, B)	(D, D)

Em uma das operações mais sensacionais da polícia – batizada ‘Al Capone, vê se te emenda’ –, dois dos contraventores mais procurados foram presos: Charles Niágara e Aristófares Towers.

O promotor se reuniu privadamente com cada acusado e ofereceu duas opções: ficar em silêncio ou confessar o crime. Dependendo da escolha, a sentença variava, segundo a tabela:

	Towers fica em silêncio	Towers entrega Niágara
Niágara fica em silêncio	(2, 2)	(4, 1)
Niágara entrega Towers	(1, 4)	(3, 3)

Os números entre parênteses representam a sentença que Niágara e Towers receberiam, respectivamente, em cada cenário. Exemplo: (4; 1) significa que Niágara pegaria quatro anos de cadeia, e Towers, só um ano.

Espertos, racionais e egoístas, Niágara e Towers querem, obviamente, ficar presos o menor tempo possível. “Se o Aristófares ficar em silêncio, minha melhor opção é entregá-lo, pois pego só um ano de cadeia. Se ele me entregar, então, devo entregá-lo também, porque fico três anos em vez de quatro. Ou seja, independentemente do que ele fizer, o melhor para mim é sempre entregá-lo!”, concluiu Niágara.

Towers seguiu a mesma linha de raciocínio.

Nesse momento, o cenário chega a uma situação de equilíbrio, porque não é vantajoso para nenhum deles mudar de estratégia; ou seja, qualquer troca unilateral piora a situação daquele jogador. Se os dois combinassem mudar juntos para ‘ficar em silêncio’, a situação deles melhoraria, pois cada um pegaria dois anos de cadeia, em vez de quatro. Mas podemos praticamente escutar o pensamento de Niágara “Ah, malandro! Quem mandou confiar em mim? Eu vou é entregar o Towers, porque assim pego só um aninho!”. Não precisamos pensar duas vezes para con-

cluir que ‘o amigo’ Towers fará o mesmo. Coisas da natureza humana.

Essa situação de equilíbrio é chamada ‘equilíbrio de Nash’, em homenagem ao matemático norte-americano John Nash, ganhador do prêmio Nobel de Economia de 1994, por seus trabalhos em teoria de jogos – sua vida está retratada em *Uma mente brilhante* (Rio de Janeiro: Record, 2002), de Sylvia Nasar, livro no qual se baseou o filme com o mesmo título.

O problema apresentado aqui é apropriadamente chamado ‘dilema do prisioneiro’. Sua essência é: se cada participante agir de forma egoísta, a solução final para cada um deles é pior do que aquela em que eles cooperam. Sua história (breve): o dilema foi proposto, em 1950, pelos matemáticos norte-americanos Merrill Flood (1908-1991) e Melvin Dresher (1911-1992), da corporação RAND, agência de pesquisa que presta serviços para as forças armadas americanas. O contexto original era, portanto, o de estratégias globais relacionadas a um possível conflito nuclear na Guerra Fria. Desde então, foram propostas outras aplicações para o dilema, em situações reais no campo da psicologia, publicidade e economia.

Enquanto isso... Niágara e Towers estão esperando julgamento, porque, na prática, matemática é uma coisa; justiça, outra. **CH**

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Na situação em que está dois a zero para Blaise, é mais fácil calcular a probabilidade de Pierre vencer. Pierre vence só quando saem seguidamente três coroas, sequência de lances que ocorre com probabilidade $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$. Isso significa que a probabilidade de Blaise vencer é $1 - 1/8 = 7/8$. Assim, uma divisão justa seria feita na proporção 7 para 1, ou seja, 87,5 moedas para Blaise, e 12,5 para Pierre.

MARCO MORICONI

Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

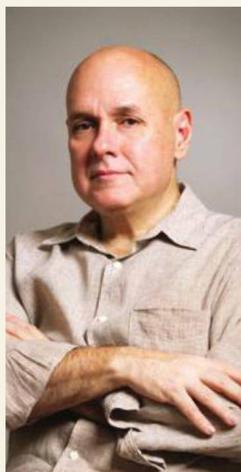


FOTO CICERO RODRIGUES

A cultura pedagógica, composta pela tríade ‘decorar, repetir e esquecer’, de forte presença no ensino médio, deveria ser substituída por outro padrão, baseado em tríade diversa: ‘ler, pensar e escrever’

ANALFABETISMO UNIVERSITÁRIO?

A coluna deste mês reflete alarmante matéria, de autoria dos jornalistas Luis Carrasco e Mariana Lenharo, publicada no jornal *O Estado de S. Paulo*, em 17 de julho. Trata-se da divulgação da versão 2011 do Indicador de Analfabetismo Funcional (Inaf), por meio do Instituto Paulo Montenegro e da organização não governamental Ação Educativa. O índice, criado em 2001, resulta da aplicação de testes e entrevistas a uma amostra de 2 mil pessoas, de 15 a 64 anos.

O Inaf classifica os entrevistados em quatro níveis de alfabetização: plena, básica, rudimentar e analfabetismo funcional. O nível pleno implica compreensão e interpretação de textos, capacidade de síntese e de cálculo matemático, interpretação de tabelas, mapas e gráficos. Pessoas de nível básico são “funcionalmente alfabetizadas”: leem, compreendem textos de média extensão e resolvem problemas de matemática, exceto os mais complexos. No nível rudimentar, a leitura reduz-se a textos curtos – anúncios e bilhetes – e a capacidade de operação matemática a cálculos simples. Por fim, os analfabetos funcionais são incapazes de realizar tarefas simples que envolvem a leitura de palavras e frases; alguns são capazes de ler “números familiares”, tais como preços e telefones.

A amostra selecionada abrangiu pessoas estratificadas em quatro classes, distinguidas por critérios de escolaridade: (a) até ensino fundamental I; (b) até ensino fundamental II; (c) ensino médio; e (d) ensino superior. Na base da pirâmide, composta pelos que pertencem ao grupo ‘a’, não há surpresa: é ínfimo o número de alfabetizados plenos. No entanto, houve evidente deterioração: em 2001/2002, na primeira aplicação do índice, foram detectados 5% de alfabetizados plenos; em 2011 houve redução para 3%. O quadro geral é preocupante: entre aqueles com escolaridade até o fundamental completo em 2011, apenas 15% incluem-se entre alfabetizados plenos. Dez anos antes, o percentual foi mais generoso: 22%.

Um dos aspectos mais inquietantes da pesquisa é o que ocorre no topo da pirâmide – escolaridade superior: nesse grupo, a parcela de alfabetizados plenos é de apenas 62% na avaliação de 2011. Na rodada anterior (2001/2002), havia sido de 76%. A distância entre esses pontos corresponde à década de maior expansão dos ensinos médio e superior na história do país. Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelados pela matéria de *O Estado de S. Paulo*, entre 2000 e 2009 cerca de 30 milhões de estudantes ingressaram nos ensinos médio e superior. A combinação sugere uma expansão de baixa qualidade, pois também entre os que têm nível médio a proporção de alfabetizados plenos caiu de 49%, em 2001/2002, para 35% em 2011.

Os dados revelados não esclarecem o peso específico dos ensinos público e privado no desempenho dos que têm escolaridade superior. É razoável, porém, inferir que a participação do setor privado na deterioração do índice é significativa, pela forte expansão ali ocorrida nas últimas décadas e pela estagnação da participação do ensino público no âmbito universitário. No entanto, não há sinais de que a expansão recente das universidades federais tenha produzido algum impacto positivo visível.

Independentemente de responsabilidades específicas, o quadro é grave e revela debilidades crônicas do ‘parque’ universitário e deficiências tradicionais do ensino médio. No âmbito das humanidades, o quadro apresenta contornos particulares. A transição do ensino médio para a universidade é marcada por um choque cultural: a cultura pedagógica, composta pela tríade ‘decorar, repetir e esquecer’, de forte presença no ensino médio, deveria ser substituída por outro padrão, baseado em tríade diversa: ‘ler, pensar e escrever’. Ao que parece, o peso dos que praticam tais habilidades tem declinado no país. **GH**

RENATO LESSA

Departamento de
Ciência Política,
Universidade Federal
Fluminense e Instituto
de Ciências Sociais,
Universidade de Lisboa
rlessa@cienciahoje.org.br



FRANCO DA ROCHA: AQUI A EDUCAÇÃO ESTA NA BASE DO FUTURO!

Mais escolas construídas, mais
escolas ampliadas!
Conforto e qualidade para nossas
crianças, tranquilidade para os pais.

Total de Vagas

2100

1500

1000

150



Em 2012 serão mais de 2.100 vagas!
Uma expectativa de 1 vaga para cada 16 famílias.

2004

2012

Ano

Em 2004 havia 194 vagas nas creches municipais!
Uma proporção média de 1 vaga para cada 153 famílias.


Franco da Rocha
Cidade Ciência e Ternura

2005/2012

Esta cidade tem projeto de futuro



PREFEITURA MUNICIPAL DE
Franco da Rocha

QUER SOLUÇÕES

TEM SOLUÇÕES

BUSCA
INVESTIMENTO

BUSCA
INVESTIDOR

Expocietec 2012

Exposição e Conferência de Inovação
e Empreendedorismo de Base Tecnológica

Aqui,
tudo gira em torno
da inovação.

Um grande mapeamento da inovação no Brasil: se você busca novos negócios, já sabe onde vai encontrar.

A Expocietec 2012 vai reunir quem pensa, faz, promove e busca inovação nas startups. Será o grande ponto de encontro de incubadoras, parques tecnológicos, novos empreendedores, compradores e investidores do Brasil. Um evento voltado para quem quer fazer negócios com serviços, produtos e oportunidades inovadoras. Uma vitrine de possibilidades para você. **Participe e inscreva-se.**

15 e 16 out.2012 - Das 12h às 20h

Exposição – Seed Forum – Rodadas de Negócios – Palestras – Espaços de Fomento
Entrada Franca. Cadastre-se antecipadamente pelo site www.expocietec.com.br

FecomercioSP - Rua Doutor Plínio Barreto, 285 CEP: 01313-020 - Bela Vista - São Paulo - SP

Apoio



Realização

