# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 304 | VOLUME 51 | JUNHO 2013 | R$ 10,95

## CIÊNCIA E RELIGIÃO

A conciliação é possível?

### INJEÇÃO SEM AGULHA

NOVOS APARELHOS USAM PRESSÃO PARA APLICAR VACINAS E REMÉDIOS

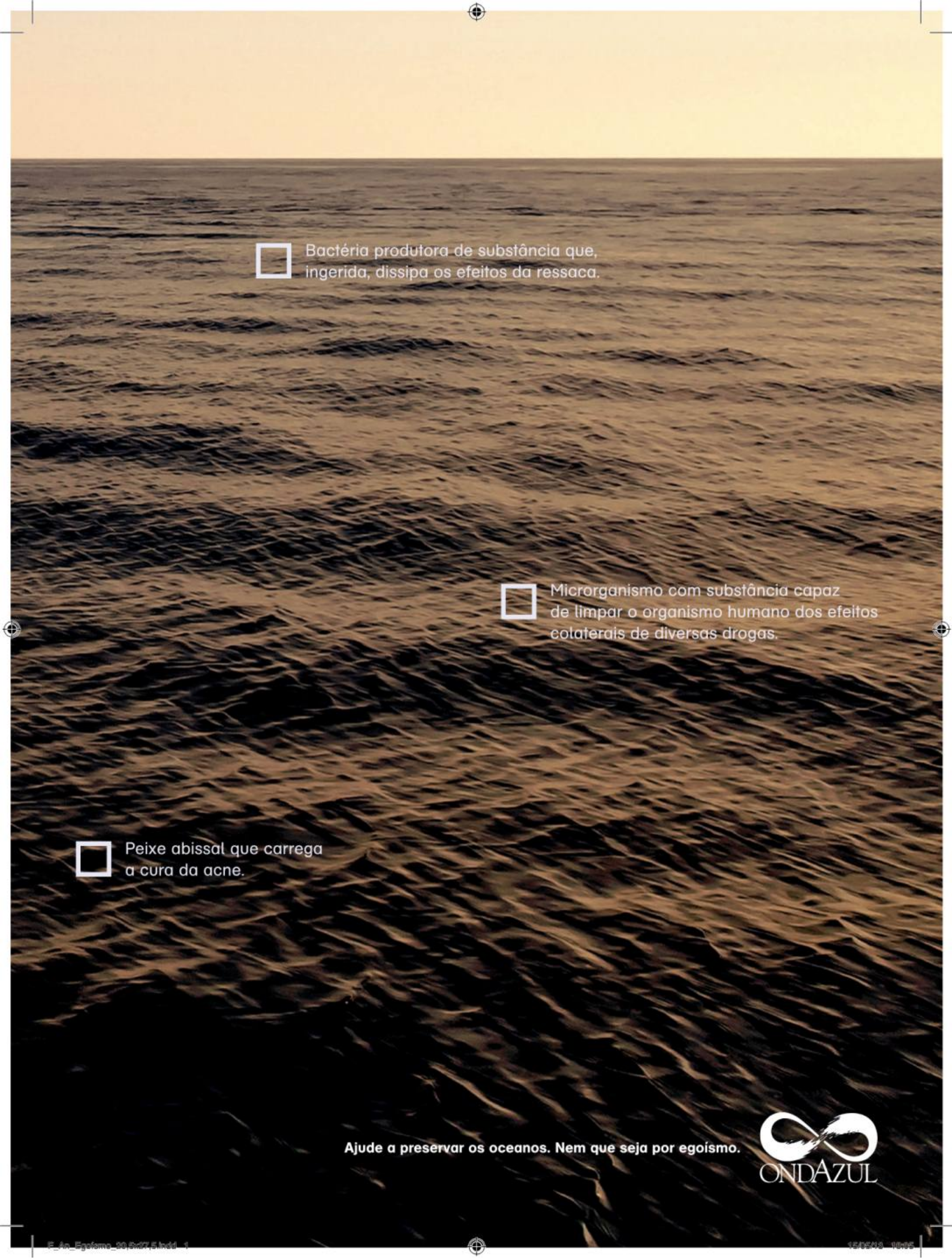
### QUÍMICA NO PALCO

Pesquisador analisa relações dessa área com a ópera

### RUÍDO QUÂNTICO

Incertezas em medidas no mundo subatômico têm diversas utilidades

00304




E_An_Egoísmo_005x275.indd 1 15/05/13 16:05

CIÊNCIAHOJE

**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** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
**Diretores Adjuntos** | 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

**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 Biofísica/UFRJ) | 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 e Sofia Moutinho. Vitor Ribeiro (estagiário); **Colaboraram neste número** | Camille Dornelles e Marina Sequinel; **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@amperdesign.com.br); **Diagramação** | João Gabriel Magalhães
**SUCURSAIS**
NORTE | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | Correspondente | Mariana Ferraz (mariana@museudaamazonia.org.br). End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 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 | Roberta Adena (estagiária)
**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.

**APOIO:**
MCT CNPq FINEP



# SOBRE CIÊNCIA E RELIGIÃO

Facetas diversas de nossa cultura, ciência e religião têm em comum uma história de conflitos. Para alguns estudiosos, a oposição estrutural entre uma e outra impediria o convívio pacífico e equilibrado: se a primeira estiver certa, a segunda necessariamente estará errada. Mas seriam essas visões de mundo excludentes e incompatíveis?

Em artigo de capa desta edição, dois pesquisadores de universidades mineiras conduzem o leitor pelo percurso histórico dessas construções humanas, propondo uma reflexão sobre o tema. Os autores tentam organizar o debate à luz de observações feitas por filósofos da ciência. Entre as complexas relações que ciência e religião mantiveram até hoje – de conflito, independência, diálogo e integração –, eles apostam na combinação das diversas esferas do pensamento para uma melhor compreensão do mundo.

*A redação*

**CAPA:** Foto Marcus Obal/Wikimedia Commons

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**

# sumário

304 | JUNHO 2013


**CH ON-LINE** 3

**O LEITOR PERGUNTA** 4 — Por que o carvão mineral brasileiro é de tão baixa qualidade? | O que é computação em nuvem? | Qual a importância da pesquisa oncogenética?

**ENTREVISTA** 6 — JOÃO PAULO ANDRÉ | QUÍMICA CANTADA | Português fala da antiga relação entre química e ópera

**EXATAMENTE** 9 — POR UM HORIZONTE MAIS VERDE | Uso de energia do sol e dos ventos traz grandes desafios

**MUNDO DE CIÊNCIA** 10

**A PROPÓSITO** 17 — ENCRUZILHADA | Decisões do dia a dia seguem avaliações estatísticas intuitivas

**CIÊNCIA E RELIGIÃO: UMA GUERRA DESNECESSÁRIA** 18 — Muitos consideram incompatíveis essas duas construções humanas, mas alguns estudiosos da ciência acreditam que não deveria ser assim
Por Francisco Ângelo Coutinho e Fábio A. Rodrigues e Silva

**PACA, TATU, CUTIA TAMBÉM** 22 — Soltura controlada de cutias em floresta do Rio de Janeiro confirma potencial da técnica de reintrodução para salvar espécies ameaçadas
Por Bruno Cid, Fernando A. S. Fernandez e Alexandra S. Pires

**SEM AGULHA, POR FAVOR!** 28 — Dispositivos atuais de injeção, que usam pressão para aplicar vacinas e remédios, unem segurança e redução de custos
Por Taís Gratieri, Guilherme M. Gelfuso, Marcílio S. S. da Cunha-Filho e Lívia N. Borgheti Cardoso

**EM NOME DO OURO** 32 — Decisão de liberar mercúrio em garimpos artesanais gera questionamentos e ações contra elemento altamente tóxico
Por Henrique Kugler

**RUÍDO QUÂNTICO** 38 — O mundo atômico e subatômico exibe, aos observadores humanos, imprecisões (ou ruídos) que podem até ser úteis
Por Antonio Zelaquett Khoury

**LINHA DO TEMPO** 43 — RETRATOS | Pintura renascentista marca surgimento da moderna noção de indivíduo

**EM DIA** 44 — POR UM FUTURO MENOS INCERTO | Simulação por computador facilita estudos do clima

46 — PRECIOSO VENENO | Descoberto método ágil para extrair peçonha de formigas lava-pés

47 — DE MÃE PARA FILHO | País busca reduzir índices de transmissão vertical do HIV

48 — IRMÃOS DE COR | Resgatada história de associação criada por ex-escravos em Recife

50 — NEGOCIADOR VIRTUAL | Programa de computador aprimora capacidade de negociar

51 — ARROZ COLORIDO | Lançadas três novas variedades do cereal para plantio irrigado

**CIDADE INTEIRA** 55 — SÉCULO 21, OU 20? | Liberação de 'espigões' causa problemas no espaço urbano

**ENSAIO** 56 — LOUVA-DEUS: PECULIAR E FOLCLÓRICO | Inseto pode ajudar pesquisas e agricultura

**MEMÓRIA** 58 — PRIMEIROS PASSOS | Bases da espectroscopia de massas surgiram há 100 anos

**RESENHA** 60 — UMA NOVA RACIONALIDADE | Resenha do livro *A teoria dos incorporais no estoicismo antigo*, de Émile Bréhier

**CARTAS** 62

**QUAL O PROBLEMA** 63 — ARITMÉTICA ECONÔMICA | Certos números podem não ser confiáveis para orientar escolhas

**SOBRE HUMANOS** 64 — IMPERATIVOS DE INCLUSÃO | Tratamento a imigrantes na Europa ganha novo rumo na Itália

NOTÍCIAS | GALERIA | INSTITUTO CH | VÍDEO

FOTO MARY GOBER/SXC.HU

**POLÍTICA CIENTÍFICA > O MERCADO ESTÁ PARA MESTRE**
Estudo mostra o aumento do número de títulos de mestrado concedidos no Brasil entre 1996 e 2009. Dados apontam demanda do mercado de trabalho por profissionais com essa formação.

> http://cienciahoje.uol.com.br/noticias

FOTOMONTAGEM SOBRE FILMAGEM DOMÉSTICAS

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

## EM TEMPO > Quem vai cortar o melão?
Keila Grinberg trata em sua coluna do emprego doméstico no Brasil e das recentes mudanças nas leis que o regulamentam. Para a historiadora, esse tipo de trabalho, que traz resquícios da escravidão, será aos poucos incorporado à nossa rotina, a exemplo do que já ocorre no Primeiro Mundo.

**RESENHAS** > http://cienciahoje.uol.com.br/resenhas

FOTO WIKIMEDIA COMMONS

## DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA > Duelos, segredos e matemática
Livro conta história de um episódio fundamental para o nascimento da matemática moderna e retrata uma das disputas mais virulentas da ciência renascentista.

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

IMAGEM REPRODUÇÃO

## EDUCAÇÃO > Ciência em cena
Núcleo de teatro de escola de ensino médio do Rio de Janeiro une conhecimento científico e arte no palco e colhe bons frutos na sala de aula.

IMAGEM REPRODUÇÃO

**SOBRECULTURA+** > http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/sobrecultura

## CINEMA > Elas contra a ditadura
Durante o regime militar, três brasileiras usaram o cinema para exaltar a liberdade das mulheres. A produção dessas cineastas foi objeto de estudo de uma historiadora de Santa Catarina.

VICENTE CHAB, CATANDUVA/SP

# Por que o carvão mineral brasileiro é de tão baixa qualidade?

**O CARVÃO É UMA ROCHA** combustível fóssil que contém mais de 50% em peso e mais de 70% em volume de material carbonoso (constituído de carbono, além de outros elementos químicos), incluindo a umidade intrínseca, derivada principalmente de restos vegetais com matéria mineral (impureza) associada. Os restos vegetais, ao longo do tempo geológico, se solidificam, perdem oxigênio e hidrogênio e se enriquecem em carbono, em um processo chamado carbonificação. Isso ocorre por ação da pressão e da temperatura em ambiente sem contato com o ar e em decorrência de soterramento e atividade orogênica – produzida, sobretudo, pela deformação compressiva da camada mais externa da Terra, o que leva à formação de montanhas.

Quanto mais intensas a pressão e a temperatura a que a camada de matéria vegetal for submetida, e quanto mais tempo durar o processo, mais alto será o grau de carbonificação (ou *rank*) e maior a qualidade do carvão. Os diversos estágios de carbonificação (do menor para o maior *rank*) são dados pelo esquema acima. O linhito é o estágio mínimo para a utilização industrial do carvão.

As maiores jazidas de carvão brasileiro encontram-se no estágio sub-betuminoso. Por ser um carvão mais 'jovem' e formado em condições geológicas desfavoráveis, é inferior se comparado ao carvão estrangeiro (betuminoso e antracito).

*Norton Ferreira Feil*
CENTRO DE TECNOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

JOÃO VIEIRA, RIO DE JANEIRO/RJ

# O que é computação em nuvem?

**COMPUTAÇÃO EM NUVEM É UMA TENDÊNCIA** recente da tecnologia. 'Nuvem' é uma metáfora para a internet e seus serviços, sendo composta por milhares de computadores interconectados. O objetivo é proporcionar serviços de tecnologia da informação (TI) de acordo com a demanda de cada usuário. Dados podem ser acessados a partir de um navegador – independentemente de sua localização geográfica. Isso significa que usuários podem armazenar e acessar seus documentos pessoais na internet (por meio de aplicativos como Dropbox ou Sugarsync, por exemplo); podem utilizar um editor de textos *on-line* (Google Docs, por exemplo); e empresas ou universidades podem usar grandes infraestruturas de computadores (Amazon Web Services, por exemplo) para processar e analisar dados, reduzindo custos e permitindo mais foco em inovação.

Na nuvem, os recursos são monitorados, possibilitando a tarifação de acordo com o uso, da mesma maneira que os serviços de telefonia e energia. Com isso, os usuários podem alugar capacidade de computação e armazenamento, em vez de investir na aquisição e instalação de equipamentos. Apesar das vantagens, a nuvem traz alguns desafios, como a garantia da qualidade de serviço e da privacidade dos dados.

*Flávio R. C. Sousa*
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (*CAMPUS* DE QUIXADÁ)

ANA REGINA MOTA, POR CORREIO ELETRÔNICO

# Qual a importância da pesquisa oncogenética?

**SABER O QUANTO ANTES QUAIS AS CHANCES** de uma pessoa desenvolver câncer pode ajudar muito na prevenção e no tratamento da doença. Levantar o histórico familiar de câncer permite tomar medidas, como manter hábitos saudáveis, que inibam ou mesmo impeçam o desenvolvimento de um tumor. A prevenção para famílias com casos recorrentes de câncer, seja do mesmo tipo ou de tipos diferentes, deve ser personalizada com exames periódicos regulares de acordo com as faixas de risco e idades.

Desde as últimas décadas sabemos que todo câncer tem origem genética e que a transformação de uma célula normal em uma célula tumoral ocorre por mutações genéticas adquiridas durante a vida. Mas, em cerca de 10% dos casos de câncer, o traço genético que dispara essa transformação pode ser herdado ou transmitido para os filhos. Nesse caso, o câncer é chamado de hereditário ou familial. A investigação do traço genético de predisposição ao câncer (pesquisa oncongenética) pode ser feita por análise molecular de DNA.

O teste é feito com material genético (DNA) extraído das células do sangue ou da saliva do paciente. Depois, várias reações químicas feitas no laboratório revelam se existe alguma mudança genética que possa interferir no funcionamento adequado das células. É preciso colher também material de alguém na família que já teve a doença. A análise para verificar a mutação dos genes é feita por meio de várias técnicas, mas a mais comum é o sequenciamento do DNA, em que o código genético pode ser analisado nos mínimos detalhes. Há também técnicas que possibilitam descobrir deleções no gene; nesse caso, a mutação é a perda de uma parte do código genético.

É importante lembrar que genética não é destino, e que os hábitos de vida, incluindo dieta saudável, exercícios físicos e felicidade, são poderosos ingredientes para contrabalançar o alto risco genético. Enfrentar o problema diante da história de sofrimento e perdas familiares nem sempre é fácil, mas a informação genética sobre o risco de câncer tem que ser o ponto de partida para uma mudança de vida, novas perspectivas e a esperança de não repetir a história de câncer nas novas gerações. Quem pertence a uma família com casos recorrentes de câncer, principalmente se algum deles tiver sido diagnosticado antes dos 40 anos, deve consultar um oncologista e procurar um geneticista para orientação de prevenção.

*José Cláudio Casali*
HOSPITAL ERASTO GAERTNER (CURITIBA/PR)

FOTO LATINSTOCK/JAMES KING-HOLMES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL/DC

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

## JOÃO PAULO ANDRÉ

# QUÍMICA CANTADA

A química capturou João Paulo André ainda no ensino médio. E a ópera, nos tempos da faculdade. Anos de convivência dele com essas duas paixões imediatas deram-lhe, ao menos, uma certeza: havia muito em comum entre essa arte e aquela ciência.

André mergulhou na interseção de ambas. E, em 2011, no Ano Internacional da Química, emergiu com seus resultados. Apresentou-os para o meio acadêmico. E, depois, para o grande público. Sucesso de crítica entre as duas audiências.

Agora, a mídia deu destaque para o artigo em que André detalha as relações – por vezes, perigosas; por vezes, cômicas – entre química e ópera.

Nesta entrevista à *CH*, André – professor e pesquisador da área de química inorgânica e bioinorgânica da Universidade do Minho (Portugal) – explica como, quando e por que venenos, poções e elementos químicos, entre outros temas científicos, foram cantados e interpretados nos palcos nos últimos três séculos.

**CÁSSIO LEITE VIEIRA** | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

FOTO DO ARQUIVO PESSOAL

**Como a química e a ópera entraram na vida do senhor?** A química entrou aos 14 anos de idade, quando, pela primeira vez, comecei a estudá-la, no ensino médio. Ela me atraiu de imediato. Quanto à ópera, foi um processo gradual. Na faculdade, eu integrava o Orfeão Acadêmico de Coimbra e ali adquiri gosto pelo canto. Foi também na faculdade que assisti à minha primeira ópera, *La Traviata*.

Olhando para trás, vejo agora que foi um processo longo, tanto na aprendizagem da química quanto da ópera. Contudo, estamos sempre aprendendo coisas novas, e, por vezes, isso se dá pela nossa capacidade de relacionar coisas que já conhecíamos.

**No final do século 18 e início do seguinte, ocorreram na física descobertas e teorias importantes: eletromagnetismo, teoria do calor e teoria ondulatória da luz. Mas a química parece ter ecoado mais fortemente nas óperas. Por quê?** É uma questão muito interessante. De fato, ao longo dos tempos, a química foi a ciência que mais passou para o

mundo da ópera. Acho que isso ocorreu devido à forma como, hoje e sempre, a química tem estado presente em nossas vidas, principalmente por meio da medicina e da farmácia. Quanto a esta última, não deveremos esquecer que, ao longo da história, grandes químicos foram farmacêuticos, como o sueco Carl Scheele [1742-1786], codescobridor do oxigênio, com [o francês Antoine] Lavoisier [1743-1794] e [o britânico Joseph] Priestley [1733-1804].

A farmácia afigurava-se ao grande público dos finais do século 18 – data do início da química moderna – como o grande reduto desta ciência. Portanto, não é de se admirar que várias óperas desse período e do início do século seguinte ocorram em farmácias e tenham farmacêuticos como personagens. Sempre existiu e existirá o *Zeitgeist*, ou seja, o espírito de uma época.

Exemplos disso são *Der Apotheker*, do [austríaco Joseph] Haydn [1732-1809], e *Il Campanello*, do [italiano Gaetano] Donizetti [1797-1848] – por sinal, ambas cômicas. A primeira é de 1768, de uma época em que, em Estocolmo, Scheele fazia investigações que se tornariam sua grande contribuição à química.

É também interessante notar que *Il Campanello*, de 1836 – cujo libreto faz referência a uma parafernália de compostos, alguns bastante tóxicos –, surge quando a química moderna, embora recente, progredia velozmente no isolamento e na caracterização de muitos produtos naturais – principalmente, os alcaloides.

**O senhor poderia comentar *Cosi fan tutte*, do austríaco Wolfgang Mozart [1756-1791], em que há referências ao hipnotismo e ao magnetismo?** Acho muito relevante essa referência ao [médico alemão] Franz Mesmer [1734-1815] e à sua influência em Mozart. Em *Cosi fan Tutte*, o magnetismo animal, ou mesmerismo, é parodiado.

Os caminhos de Mozart e Mesmer se cruzaram. Em 1768, em uma visita de Mozart a Viena – ele tinha 12 anos de idade –, Mesmer lhe encomendou a composição de uma ópera, *Bastien und Bastienne*, que inclui o personagem Colas, um alquimista.

Vale lembrar que Lavoisier foi nomeado pelo [rei francês] Luis XVI [1754-1793] para integrar uma comissão de averiguação da autenticidade dos tratamentos 'médicos' de Mesmer. Depois de ter tido problemas em Viena, Mesmer também foi impedido de exercer [o hipnotismo] em Paris. Contudo, apesar desses revezes, o mesmerismo acabou por ter forte influência no interesse que o hipnotismo e o sonambulismo vieram a despertar. Nos seus 'tratamentos', Mesmer usava frequentemente o som da harmônica de vidro e não é por acaso que *Lucia di Lammermmor*, a ópera de 1835 de Gaetano Donizetti, inclui uma cena de loucura com acompanhamento musical com esse instrumento, e que a ópera *La Sonnanbula*, do [italiano Vincenzo] Bellini [1801-1835], que estreou em 1831, tem uma sonâmbula como personagem principal. Também na ópera *Macbeth*, do italiano Giuseppe Verdi [1813-1901], há uma cena de sonambulismo, tal era o fascínio que esse fenômeno exercia no público.

A QUÍMICA FOI A CIÊNCIA QUE MAIS PASSOU PARA O MUNDO DA ÓPERA. ACHO QUE ISSO OCORREU DEVIDO À FORMA COMO, HOJE E SEMPRE, A QUÍMICA TEM ESTADO PRESENTE EM NOSSAS VIDAS, PRINCIPALMENTE POR MEIO DA MEDICINA E DA FARMÁCIA

**Os trabalhos e a fama do químico britânico John Dalton [1766-1844], Lavoisier e Scheele chegaram a inspirar compositores e libretistas daquele período? Há, nas óperas, referências a elementos ou substâncias descobertos por esses cientistas ou por outros químicos da época?** O trabalho de Scheele foi o que mais impacto operístico teve. Anos depois de *Der Apotheker* – que estreou quando Scheele ainda estava vivo –, foi a vez de *Doktor und Apotheker*, do [austríaco] Carl Ditters von Dittersdorf [1739-1799]. E, em 1881, em plena época vitoriana, os ingleses [William] Gilbert [1836-1911] e [Arthur] Sullivan [1842-1900] criaram a opereta *Patience*, em que o pigmento verde de Scheele – então muito usado em papéis de parede, têxteis e outros materiais – é ridicularizado.

Esse pigmento foi sintetizado por Scheele em 1775. Na época da estreia da opereta, a Inglaterra passava por uma intoxicação doméstica generalizada, devido, sobretudo, à moda dos papéis de parede, pintados com o verde de Scheele, que é o arsenito de cobre. A partir desse composto, em ambientes úmidos, entrando o papel em putrefação, os fungos presentes geravam a trimetil arsina, gás extremamente venenoso. Na verdade, essa é a forma mais tóxica do arsênio.

Lavoisier teve mais sorte no teatro. Em 2001, foi um dos personagens principais da peça *Oxigênio*, dos [químicos] Carl Djerassi e Roald Hoffmann, na qual Scheele também é, forçosamente, personagem. Tenho, entretanto, informações sigilosas – e, portanto, não as posso divulgar por enquanto – que relacionam Lavoisier a um grande *hit* operístico.

Dalton não teve sucesso teatral algum. Não é de admirar, pois sua teoria atômica demorou a ser aceita, >>>

mesmo na química. Ao longo de todo o século 19, houve muito químico reputado que, quando questionado sobre o átomo, dizia ironicamente que estes eram as bolinhas de madeira do Sr. Dalton.

**Em artigo recente, para o *Journal of Chemical Education*, o senhor divide as óperas em quatro categorias principais: de apotecários (farmacêuticos); de venenos naturais; de grandes envenenadores; e de arsênio. Em suas pesquisas, o senhor notou a presença da química representada por substâncias ou elementos então usados no cotidiano?** Os produtos de uso cotidiano – sobretudo, os de natureza farmacêutica – estão obviamente presentes nas óperas dos apotecários, que são cômicas. Para fazer rir, os libretistas inventaram receitas farmacêuticas mirabolantes que incluíam compostos de elevada toxicidade ou de efeitos práticos obviamente ridículos. Em relação aos primeiros, podemos citar os compostos de mercúrio que, na época, estavam em uso para o tratamento da sífilis. Quanto aos outros, estamos falando dos compostos ou preparados que tinham efeitos purgativos e laxantes, como o óleo de rícino ou o maná.

**O livro *Einstein as Myth and Muse*, de Alan Friedman e Carol Donley (1989), discute a influência da teoria da relatividade nas artes e na literatura, principalmente na década de 1920. Há um momento em que a química dá lugar a outras ciências nas óperas? A química volta a ser citada nas óperas do século passado?** Não há dúvida de que a ciência influencia a arte. A esse respeito, parece-me muito ilustrativo citar o caso da descoberta da radioatividade e seu impacto no campo das belas artes – principalmente, na pintura. Nesse sentido, o exemplo mais fulgurante nos chega do [pintor russo Wassily] Kandinsky [1866-1944], precursor da arte abstrata. Ele foi profundamente afetado por essa descoberta, tendo mesmo se referido à radioatividade em seu diário. A bailarina [norte-americana] Loie Fuller [1862-1928] – conhecida do [casal de cientistas] Pierre [1859-1906] e Marie Curie [1867-1934] – ficou tão impressionada com a descoberta do rádio que criou a 'dança do rádio'. Chegou a usar materiais luminescentes nas vestes com que dançava.

E não podemos esquecer a ópera de 1976 *Einstein on the Beach*, do [norte-americano] Philip Glass, inspirada na figura de Einstein.

Quanto às óperas contemporâneas, há, sobretudo, uma que é forçoso mencionar: *Doctor Atomic*, do [norte-americano] John Adams, estreada em 2005. Relata o ambiente de grande tensão durante o primeiro teste da bomba atômica, em 1945. O personagem principal é o físico [norte-americano] Robert Oppenheimer [1904-1967], e pontuam a obra suas incertezas e angústias. Ao falarmos da bomba atômica, estamos falando da fissão nuclear, que nos remete para o átomo, que pertence tanto à física quanto à química.

Lembro aqui outra ópera recente que, embora pouco conhecida, tem uma temática bastante importante relacionada também com a química. Trata-se de *Zyklon*, do [britânico] Peter King, que estreou em 2004. Nela, encontramos o químico alemão Fritz Haber [1868-1934], Nobel da Química de 1918 pela descoberta da síntese do amoníaco. Haber é hoje considerado um dos grandes responsáveis pela guerra química, devido ao desenvolvimento de gases tóxicos que acabaram por ser usados na Primeira Guerra Mundial. Na década de 1930, foi também desenvolvido em seus laboratórios o Zyklon A, agente de fumigação à base de cianeto de hidrogênio, usado como inseticida. Dali até a formulação do Zyklon B, usado nas câmaras de gás dos campos de concentração nazistas, foi um pequeno passo.

Gostaria de citar que, em 2011, Ano Internacional da Química – e também centenário do Nobel da Química de Marie Curie – estreou, em Paris, *Madame Curie*, da compositora [polonesa] Elzbieta Sikora. A ópera inclui a personagem da bailarina Loie Fuller.

**O senhor escreve, ao final de seu artigo, que suas palestras sobre a química nas óperas foram entusiasticamente recebidas pelo grande público. De que forma o senhor sugere que o tema seja explorado no ensino e na divulgação científica?** O artigo baseia-se em uma palestra que nasceu no âmbito do Ano Internacional da Química e que, apesar de inicialmente restrita ao meio acadêmico, foi também já apresentada várias vezes ao grande público. E este, surpreendentemente, aderiu bastante bem.

Nesse sentido, vejo a palestra como um veículo para levar conhecimento científico à comunidade em geral. Sou de opinião de que o cidadão comum gosta de estar informado sobre aspetos científicos. A palestra, além de citar venenos e seus antídotos, também aborda moléculas do cotidiano, como a cafeína, a morfina e a nicotina. Na sala de aula – no caso, em minhas aulas de química bioinorgânica –, uso a ópera *Suor Angélica*, do [italiano Giacomo] Puccini [1858-1924], para ilustrar o envenenamento com cianeto.

Vejo tanto a palestra quanto o artigo como motivação para os professores procurarem estabelecer pontes entre a química e outros domínios 'improváveis' do conhecimento.

**Quais são os projetos do senhor em relação a essa temática?** Escrever uma sequência do artigo publicado em *Journal of Chemical Education*. Depois – quem sabe? –, talvez, um livro. Material não me falta e descubro a toda hora fatos novos e relações fascinantes entre esses dois domínios. CH

FOTO CICERO RODRIGUES

# POR UM HORIZONTE MAIS VERDE

*O custo das pesquisas relacionadas ao Energiewende é estimado em 0,5 bilhão de euros – valor que corresponde à reforma mais recente do Maracanã*

À medida que fontes de energia renováveis, como a solar e a eólica, ganham mais espaço na matriz energética mundial, aumenta a necessidade de encontrar soluções economicamente viáveis para seu armazenamento. Por mais que sol e vento sejam abundantes, eles não batem ponto todo dia e variam de intensidade segundo a estação do ano. Em dias nublados e de calmaria, outras fontes de energia são necessárias para garantir o consumo diário.

Esse argumento tem sido repetido à exaustão, para justificar que todas as atuais formas de geração de energia continuarão bem representadas por muitas décadas.

Ainda assim, não é razoável nos conformarmos em queimar combustíveis fósseis e nucleares enquanto eles estiverem disponíveis. Mesmo no Brasil, onde a oferta de energia elétrica é vastamente dominada pela hidroeletricidade – uma fonte renovável mais segura (a menos que ocorram secas), mas com problemas conhecidos de impacto ambiental –, não devemos fechar os olhos a essa questão.

A boa notícia, publicada em *Nature* (11/04/13), vem da Alemanha, por meio do ambicioso projeto Energiewende (do alemão, transição de energia), que estipula metas de longo prazo regulamentadas por lei para o corte de emissões de dióxido de carbono, principal gás do aquecimento global.

Uma das demandas do Energiewende é o desenvolvimento de métodos de armazenamento de energia. A rota tecnológica adotada é a P2G (do inglês, *power-to-gas*, ou da energia para o gás). Inaugurada em outubro do ano passado, uma usina-piloto já transforma água e dióxido de carbono em metano, o principal componente do gás natural.

O processo envolve a 'quebra' (eletrólise) da molécula da água para a produção de hidrogênio e a subsequente reação desse elemento com dióxido de carbono, produzindo metano e água. Essa etapa é conhecida como reação de Sabatier, que valeu o prêmio Nobel de Química ao francês Paul Sabatier (1854-1941), em 1912.

Embora esses processos sejam conhecidos em laboratório há cerca de um século, a tecnologia para a produção em escala industrial ainda não atingiu a maturidade. Vários grupos de pesquisa, apoiados por verbas governamentais, tentam aprimorar as membranas usadas no processo de eletrólise para a produção de hidrogênio, visando diminuir custos, melhorar a eficiência do processo e aumentar a pureza do metano, o produto final.

Outro imenso desafio relacionado à energia solar e eólica está no gerenciamento de sua distribuição. Imagine-se uma malha de distribuição conectada com milhares de usinas e centenas de milhares de geradores domésticos. Em uma situação de pico, é necessário distribuir o excesso imediatamente e 'desligar' outras fontes de geração. Flutuações da ordem de 400% são frequentes e dão pesadelos mesmo para técnicos experientes. O relatório do inverno de 2011-2012 da agência responsável pela malha energética alemã mostrou que a escassez de energia solar e eólica causou numerosas pequenas faltas de energia de mais de três minutos e quase levou a um apagão de grandes proporções em março do ano passado. Lembra alguns cenários de apagões no Brasil...

O custo das pesquisas relacionadas ao Energiewende é estimado em 0,5 bilhão de euros – valor que corresponde à reforma mais recente do Maracanã. A fatia realmente grande de custos – e é isso que torna a energia 'verde' muito cara – vem da instalação e implantação das usinas de geração de energia. Subsidiá-la foi uma opção política e ecologicamente consciente da população alemã.

Será que essa decisão resiste a períodos economicamente estagnados ou nublados? Cuidar do futuro é um privilégio apenas dos países ricos? CH

**CAIO LEWENKOPF**
Instituto de Física,
Universidade Federal Fluminense

NF-kB (verde) flagrada em ação, em companhia de outro membro de sua família, a proteína RelB. A 'vítima', no caso, é um DNA

FOTO NGUYENB/WIKIMEDIA COMMONS

**DESTAQUE** > BIOQUÍMICA > IDENTIFICADA SUPOSTA MANDANTE DE PROBLEMAS RELATIVOS À VELHICE

# *Envelhecimento: o crime*

Os principais problemas do envelhecimento se devem a uma proteína que, subitamente malcomportada, ordena uma série de ilicitudes contra o organismo. Os bioquímicos já estão de posse do nome da vilã. Investigações posteriores pretendem determinar, sem sombra de dúvida, a culpa da acusada e buscar uma ação efetiva contra a atuação da meliante.

A proteína em questão é conhecida por desempenhar sua atividade com extremo esmero. No entanto, a acusada – por motivos ainda desconhecidos – pode se comportar de modo anormal, superestimulado, e, com isso, desencadear uma cascata de malefícios.

A suspeita é uma velha conhecida das autoridades no assunto. Seu nome de batismo é fator nuclear kappa B, mas ela também atende pela alcunha de NF-kB. No boletim de ocorrência bioquímica lavrado na Faculdade de Medicina Albert Einstein (EUA), o chefe da equipe de investigadores, Dongsheng Cai, não teve dúvidas em lançar o cognome 'NF-kB' como mandante do ilícito.

A acusada, depois de algum tempo exercendo, de forma exemplar, suas atividades benéficas ao organismo – por exemplo, ligar e desligar genes envolvidos na inflamação e na defesa contra elementos invasores –, foi flagrada em atos que depõem contra sua boa conduta. As razões para tal má conduta ainda são desconhecidas.

A zona de atuação da proteína já estava, há muito tempo, sendo investigada por especialistas. Eles suspeitavam partir dali ordens para a disseminação do envelhecimento. Sabe-se que o hipotálamo, região em questão, está intimamente envolvido no controle de funções vitais para o organismo, como metabolismo, reprodução e crescimento.

**O ESQUEMA DA QUADRILHA** Uma das acusações que pesam contra a NF-kB é a de dar ordens a um subordinado, o hormônio GnRH, para que este deixe de exercer suas funções – um tipo de prevaricação bioquímica. A investigação da equipe de Cai mostrou – para a grande surpresa de especialistas – que esse hormônio, conhecido por controlar o ciclo reprodutivo, também tem participação no processo que estimula o crescimento de novos neurônios. Assim, quando, sob o comando da NF-kB, o GnRH é inibido, problemas relativos ao envelhecimento aparecem.

Para provar a relação entre o GnRH e o envelhecimento, os investigadores injetaram o hormônio no hipotálamo de camundongos idosos. Os animais, depois disso, mostraram redução nos sinais de envelhecimento. Em uma linha de atuação inversa, os investigadores ativaram a fabricação da própria NF-kB no cérebro de camundongos jovens, que, assim, mostraram sinais de envelhecimento.

Até o momento, há provas de que sejam muitos os malefícios resultantes das ações perpetradas por essa quadrilha bioquímica, a saber: problemas de memória, perda de massa óssea, enfraquecimento da musculatura, diminuição na espessura da pele, declínio do sistema reprodutivo. E até morte prematura.

As vítimas, em sua totalidade, são camundongos da terceira idade, em cujos cérebros a atividade da NF-kB é alta, como mostraram as investigações do caso.

**LIMINAR** A NF-kB – conhecida por ter estrutura complexa – tem ainda o direito de recorrer da sentença em liberdade. No entanto, com os avanços das investigações, acumulam-se provas contra ela, apontando-a como a chefe da quadrilha.

As investigações da equipe de Cai estão sendo classificadas como revolucionárias.

Especialistas ouvidos ao longo do processo dizem que há poucas chances de a proteína escapar impune. Um deles ressaltou a importância das investigações recentes, dizendo que a equipe de Cai conseguiu juntar duas hipóteses anteriores: i) o hipotálamo estaria envolvido na regulação do envelhecimento; ii) a inflamação poderia ser causa de envelhecimento nos tecidos.

A equipe de investigadores responsáveis pela identificação da acusada promete continuar a vigilância sistemática sobre a proteína e ainda ver se ela mantém relações com outros hormônios, além do GnRH. Mas alerta que ainda levará muito tempo para que se crie uma ação efetiva, em humanos, contra o mau comportamento da NF-kB. No entanto, a equipe já trabalha com uma hipótese inicial: tratar o cérebro com anti-inflamatórios.

Em sua defesa, a NF-kB alega que todas as provas contra ela foram obtidas apenas em cérebros de camundongos. E que nada pesa contra ela em humanos. Com base nesse argumento, a proteína obteve liminar na qual o juiz declarou: "*In dubio pro reo* (na dúvida, a favor do réu).

**NATURE_01/05/13**

MEDICINA

# Doença, carne e energéticos

Gosta de uma carne vermelha? E de um energético? Artigo mostra que substância presente nesses dois alimentos promove, com a ajuda de um micro-organismo, o endurecimento e entupimento das veias e artérias.

Estudo da equipe de Stanley Hazen, da Clínica Cleveland (EUA), mostrou que, no trato digestivo, vive uma bactéria que usa, como fonte de energia, a molécula de carnitina (ou L-carnitina). E, ao 'digeri-la' (metabolizá-la), esse micróbio cria outra substância, cuja sigla é TMAO.

E aí é que o perigo começa a se alojar.

Estudos anteriores mostraram que o TMAO promove a aterosclerose, ou seja, endurece e entope os vasos sanguíneos. Hazen e colegas acrescentaram peça importante a esse mecanismo: uma dieta rica em carnitina leva ao crescimento dessas bactérias no intestino. E aí o quadro geral fica mais ou menos assim: mais carnitina, mais bactérias, mais TMAO, mais aterosclerose. E, por causa desta última, maior risco de morte – principalmente, se o problema atingir artérias que irrigam coração e cérebro, órgãos que precisam de muito oxigênio.

O estudo associou altos níveis de TMAO a maior risco de ataques cardíacos, acidentes vasculares e morte. Aspecto interessante do experimento foi mostrar que vegetarianos e veganos – estes últimos não comem nada de origem animal –, mesmo depois de consumirem grandes quantidades de carnitina, não tinham níveis altos de TMAO. Explicação: os que abusam da carne vermelha, rica em carnitina, têm mais das ditas bactérias no intestino e, por isso, produzem mais TMAO.

Os resultados também dão suporte ao fato de dietas como as vegetariana e vegana serem benéficas para o quadro cardiovascular. E também explicam, segundo os autores, por que a ingestão da carne vermelha leva à aterosclerose – especialistas alegavam que a quantidade de colesterol e gorduras saturadas presentes nela não era suficiente para explicar a origem da doença.

A carnitina é vendida no mercado da 'saúde' na forma de suplementos e está presente em bebidas energéticas – a molécula está envolvida na queima de gordura e na geração de energia para o organismo. Segundo Hazen, mais estudos deveriam ser feitos para examinar a segurança de se tomar carnitina como suplemento. Fica o alerta, portanto.

Ainda em 2011, a equipe de Hazen mostrou que a predisposição para doenças cardiovasculares tem também a ver com o modo como certas bactérias do intestino metabolizam a lecitina, molécula cuja estrutura tem semelhanças com a da carnitina.

**NATURE MEDICINE_07/04/13**

FOTO CORBIS (RF)/ LATINSTOCK

ASTROFÍSICA

# Sogras e seus arcos

A expressão popular 'arco da velha' significa coisas como fantástico, incrível, mirabolante. Resultados publicados agora por pesquisadores brasileiros merecem esses mesmos epítetos, dada a beleza e a raridade do fenômeno descrito por eles e colegas norte-americanos.

O fenômeno, no caso, são os chamados arcos gravitacionais. Eles surgem quando a luz passa por um aglomerado (reunião, em uma região relativamente 'pequena' do espaço, de centenas a milhares de galáxias).

A teoria da relatividade geral ensina que a matéria tem a capacidade de entortar a trajetória da luz. Portanto, quando esta passa perto de um objeto tão ou mais massivo que uma estrela, a luz se curva. No caso de um aglomerado – que podemos imaginar com centenas de trilhões de estrelas –, a luz se curva bastante, a ponto de o aglomerado agir como uma lente – dita lente gravitacional. Os arcos gravitacionais são, portanto, resultado da luz desviada e distorcida pelas lentes gravitacionais.

Se os observadores – no caso, nós, na Terra – estiverem bem alinhados com a fonte de luz, os arcos podem se transformar em um fenômeno ainda mais raro e bonito: os anéis gravitacionais, que, como o nome sugere, formam um círculo em torno da lente (aglomerado).

O estudo dos arcos e anéis ajuda não só a mapear a distribuição de matéria no universo, mas também a entender a matéria escura e a energia escura, dois mistérios que, juntos, respondem por cerca de 95% da constituição do universo.

A equipe de brasileiros e norte-americanos – obviamente, por influência dos primeiros – deu ao projeto de caça a arcos gravitacionais nome sugestivo: Sogras. A sigla (em inglês) significa Levantamento de Arcos Gravitacionais com o SOAR. Estas últimas quatro letras designam o equipamento que ajudou os pesquisadores a encontrar os arcos, o Telescópio de Pesquisa Astrofísica do Hemisfério Sul.

Construído em parceria entre Brasil e Estados Unidos, o SOAR, instalado no Chile, a cerca de 2,7 mil m de altitude em relação ao nível do mar, tem um espelho de 4,1 m de diâmetro. Com esse equipamento, o Sogras fez imagens de cerca de 50 aglomerados. Em seis deles, havia fortes evidências da presença de arcos gravitacionais, que foram confirmados com a ajuda de outro gigante da astronomia contemporânea, o par de telescópios Gemini, com espelhos de 8,1 m de diâmetro – um situado no Chile e o outro no Havaí (EUA).

Depois de cinco anos de trabalhos, o Sogras deve concluir as análises ano que vem. Do lado brasileiro, estão o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o Departamento de Astronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo e o Observatório Nacional – instituições associadas ao Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LIneA). Pelos EUA, o Laboratório Fermi e a Universidade de Michigan.

Em tempo: a expressão 'arco da velha' é redução de 'arco da lei velha', ensinam os dicionários. 'Arco' é referência ao arco-íris; 'lei velha', ao pacto de paz, depois do dilúvio, entre Noé e Deus.

**MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY_19/04/13**

FOTO FURLANETTO ET AL. (2013) E SOAR

**Arco gravitacional (destaque) descoberto pelo Sogras. A maior parte dos objetos visíveis na imagem corresponde a galáxias**

NEUROCIÊNCIAS

# Som, sono e memória

Há uma esperança de que, no futuro, memória e sono possam ser melhorados com base em um método simples e não invasivo. Melhor: que pode ser usado quando se está dormindo.

No sono, a atividade cerebral é marcada por várias fases. Uma delas, talvez, a mais popular, é a chamada REM, marcada pelo movimento rápido dos olhos. Outra – e a que nos interessa aqui – é o chamado sono de ondas lentas, no qual a atividade cerebral apresenta oscilações de baixíssima frequência (menos do que uma oscilação a cada segundo), que são, no entanto, essenciais para a retenção da memória.

A equipe de Jan Born, da Universidade de Tübingen (Alemanha), decidiu testar em 11 pessoas uma hipótese simples (e elegante): e se fosse possível aumentar a intensidade dessas ondas lentas oferecendo ao paciente, ao longo do sono, ondas semelhantes e – muito importante – sincronizadas com as do órgão?

Os pacientes foram testados por várias noites em basicamente dois cenários: ondas sincronizadas e estímulos aleatórios – estes para fazer o papel de um tipo de placebo. Nas manhãs seguintes, eram testados em relação a associações de palavras que haviam aprendido na noite anterior.

Resultado: os participantes que foram estimulados com as ondas sincronizadas se saíram bem melhor nos testes. Já os pacientes estimulados com ondas lentas – porém, não sincronizadas – não apresentaram sinais de melhora na memória.

Se o método for confirmado, talvez seja o início de uma técnica muito simples e, melhor, não invasiva: bastaria fazer o paciente dormir com fones de ouvidos, por exemplo.

Bônus da pesquisa: a mesma técnica poderia melhorar consideravelmente o sono de pacientes com problemas para dormir. Portanto, memória e sono em uma só tacada.

A esperança da equipe é que seja também possível estimular as ondas cerebrais envolvidas na regulação da atenção, ou seja, quando a pessoa está acordada.

**NEURON_08/05/13**

FOTO LATINSTOCK/© OLIVER ELTINGER/CORBIS/CORBIS (DC)

SINTONIA FINA

# Programa contra o crime

Nos últimos meses, no Brasil, o tema criminalidade e maioridade penal – incensado principalmente por estupros, roubos e latrocínios perpetrados por menores de idade – voltou à cena. Talvez, interesse às autoridades governamentais e acadêmicas por aqui conhecer uma fórmula tipo canivete suíço, ou seja, com várias utilidades. No caso, a principal delas é apontar o local onde criminosos moram. Outras aplicações, por exemplo, são estudar temas bem distintos do crime: como animais buscam comida e onde estão as fontes de espécies invasoras e de doenças infecciosas.

Ou seja, por enquanto, o programa vai da criminologia à biologia. E já foi experimentado nessas áreas com êxito bem significativo, segundo relato recente da jornalista Beth Marie Mole, para a *The Scientist*.

A fórmula em questão foi desenvolvida pelo pesquisador canadense Kim Rossmo, criminologista da Universidade Estadual do Texas (EUA), e está baseada no método chamado perfil geográfico. Ideia central: criminosos não cometem crimes nem perto de onde moram, nem muito longe de casa – neste último caso, entre outras razões, porque não conhecem bem o local.

Quando se alimenta a fórmula com dados relativos aos locais do crime e se leva a mistura a um computador, este cospe um gráfico em três dimensões que lembra (muito) um vulcão. Explicando: na zona central (região onde o criminoso vive), os crimes são praticamente nulos; nas bordas da cratera, a taxa de crimes é alta; no sopé do vulcão, as ocorrências voltam a praticamente zero (longe de casa).

O primeiro sucesso de Rossmo – que está hoje no Centro para a Investigação e Inteligência Geoespacial da Universidade do Texas – foi apontar, em poucos dias, para a polícia de Lafayette, no estado de Louisiana (EUA), o local onde vivia um estuprador com precisão de pouco mais de 1 km$^2$. O meliante, preso, era ex-delegado de polícia.

Quem lidou com o programa diz que ele pode resolver em horas crimes que levariam anos de investigação.

Steve Le Comber, da Universidade de Londres (Reino Unido), viu no perfil geográfico semelhanças com sua área de pesquisa: comportamento de animais na busca de alimentos; espécies invasoras; doenças infecciosas.

Antes de se aventurar pelo assunto, o biólogo resolveu testar fórmula e programa. Jogou lá os dados relativos a outro estuprador em série que agiu

A qualquer momento, a gota mais famosa da física vai aparecer e, dessa vez, será flagrada

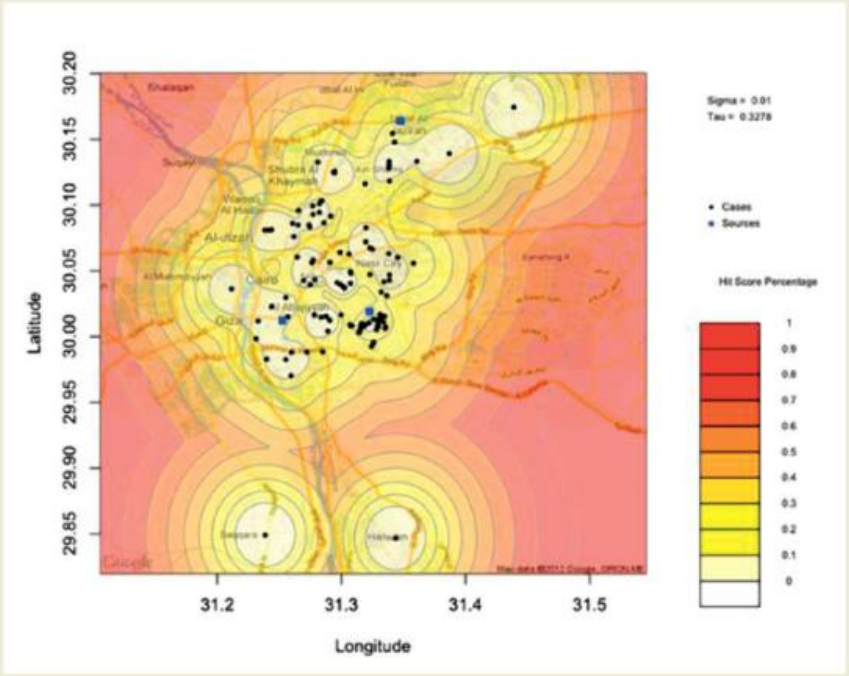
UNIVERSITY OF QUEENSLAND/JOHN MAINSTONE

# Conta-gotas

Robin McKie, editor de ciência do jornal britânico *The Guardian*, avisa: a qualquer momento, no saguão do prédio da Escola de Matemática e Física da Universidade Queensland (Austrália), uma gota vai pingar. E, dessa vez, ninguém quer perder o espetáculo. Provavelmente: será o pingo mais importante da história da física. Com certeza é o experimento de laboratório mais longevo do mundo.

Em 2000, tudo estava certo para que a gota fosse filmada, explica John Mainstone, professor da universidade e 'zelador' do experimento. Mas a câmera de vídeo... quebrou. Frustração geral. Doze

**A partir desses dados, foi possível, com base na técnica do perfil geográfico, identificar seis dos sete criadouros de mosquitos transmissores de malária em uma epidemia de 2005 no Cairo**




CRÉDITO: STEVENLECOMBER

na década de 1970 no Reino Unido. O nome do culpado – capturado em 1981 por causa de uma multa de trânsito – surgiu no topo da lista. Segundo teste: epidemia de cólera em Londres em 1854. O programa identificou o poço de água, no bairro do Soho, onde o surto começou.

Voltando ao presente, Le Comber está agora empregando a ferramenta para entender o surto de malária no Cairo (Egito). Segundo a reportagem, o programa listou seis dos sete poços de água que estavam espalhando os mosquitos infectados.

Em entrevista à *CH*, Rossmo diz que não tem colaboração com pesquisadores brasileiros, mas, escreveu ele, "tive a oportunidade de apresentar parte das minhas pesquisas sobre perfil geográfico em sua bela cidade [Rio de Janeiro] no encontro de 2003 do Congresso Internacional de Criminologia".

Em épocas de grandes eventos, em que o Brasil tem que ficar bem na fita, talvez, valha a pena dar uma olhada nas ideias, no programa e na fórmula desse pesquisador canadense. Certamente, sairá bem mais barato do que os cerca de R$ 90 bilhões que o Brasil gasta por ano com violência. E, se vale alimentar uma esperança extra, quem sabe, o programa e a fórmula não nos ajudam a diminuir as cerca de 20 mortes por arma de fogo para cada 100 mil habitantes, número que nos faz vice-campeões mundiais nesse quesito – Colômbia, em primeiro, com 30,34.

anos antes, Mainstone saiu para um café e... Sim, ao voltar, encontrou um pingo já pingado.

Agora, aos 78 anos de idade, Mainstone diz que aprendeu a lição – ele afirmou ao *The Guardian* que essa talvez seja sua última chance de ver a gota. Há várias câmeras filmando a gota.

Desde que o experimento começou, em 1927, só oito gotas pingaram.

O piche é cerca de 230 bilhões de vezes mais viscoso que a água. Parece um sólido – pois pode ser quebrado com marteladas –, mas é uma das substâncias mais grudentas conhecidas.

Tudo bem, vale perguntar: para que serve isso?

Estudar a viscoelasticidade dos materiais é importante não só para entender propriedades da matéria, mas também por suas aplicações em vários ramos da indústria, da mecânica (lubrificação de motores) à petrolífera (óleo nas tubulações). No caso, quando a gota passar pela abertura do funil, a parte 'visco' (da viscosidade) assumirá o papel vital do comportamento. "Espero que o sistema de vigilância, desta vez, nos permita ver como os poucos filamentos que sustentam a gota em sua fase final irão se romper – em sequência? – e liberar a gota no recipiente."

Em tempo: até o último momento do fechamento desta seção, a gota não havia ainda pingado. Para quem quiser acompanhar ao vivo: http://smp.uq.edu.au/content/pitch-drop-experiment.

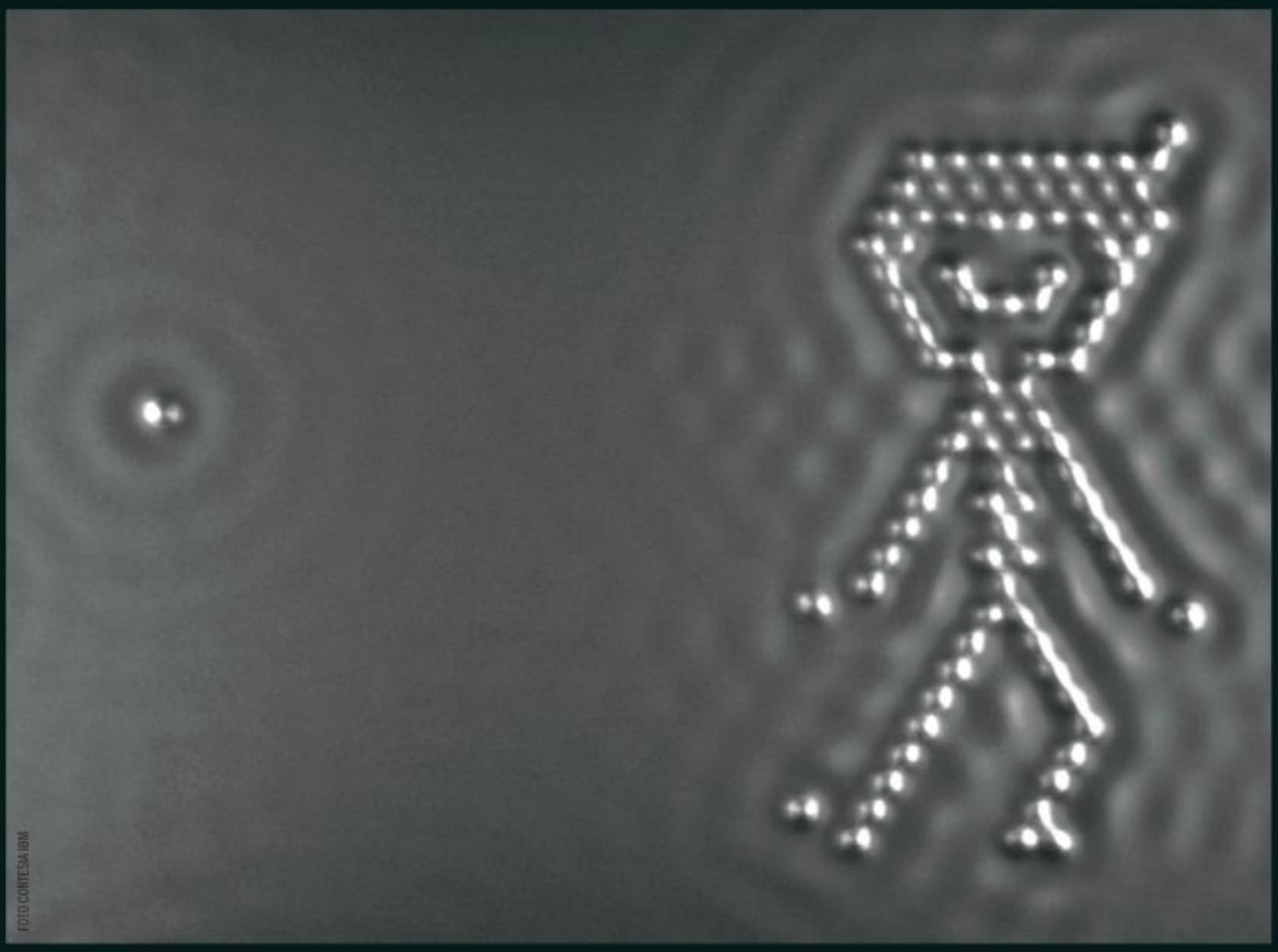


FOTO CORTESIA IBM

# Um menino e seu átomo

A imagem é um dos 242 quadros do menor filme do mundo, segundo o *Guinness*, livro dos recordes. Conta a história de um menino que fica amigo de um átomo. Eles brincam, pulam, e, entre outras peripécias, o garoto faz uma dancinha estilo 'Gangnan'. Todas as imagens são compostas por átomos, com aumento de 100 milhões de vezes. O resultado merece a seguinte qualificação: impressionante.

O 'diretor' do filme, Andreas Heinrich, da IBM, esteve, ano passado, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro (RJ). Deu palestra sobre a máquina que permitiu 'filmar' a historinha: um microscópio de tunelamento, cuja invenção deu um Nobel aos idealizadores, também da IBM. O equipamento permite mover átomos individualmente.

O filminho vale cada um de seus 90 segundos: http://ibm.co/ZyRmcT .

**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*

FOTO CICERO RODRIGUES

# ENCRUZILHADA

*O ensino da estatística e probabilidade em idade mais tenra produziria adultos mais bem preparados para uma vida abarrotada de decisões a tomar*

A tendência de acreditar que estatística e cálculo de probabilidades pertencem apenas ao mundo profissional dos que militam em economia, demografia, saúde e algumas outras áreas talvez tenha origem no fato de que essas especialidades da matemática só são ensinadas bem tarde na vida escolar. A despeito disso, muitas vezes a estatística é usada de maneira inconsciente, como em situações que exigem tomar decisões rapidamente. É comum, então, optar por uma reação intuitiva, aparentemente baseada no 'palpite' ou no 'pressentimento'. O curioso é que decisões assim tomadas são com frequência as mais corretas.

Exemplo clássico está no conselho que o filósofo e estadista norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790) deu ao sobrinho, que estava em dúvida para decidir, entre duas mulheres, qual escolher para se relacionar romanticamente. O conselho foi preparar uma lista com as virtudes e os defeitos de cada uma e tomar a decisão em função da prevalência dos predicados desejados. Ao preparar a lista, antes mesmo de fazer a contabilidade, o sobrinho já sabia quem escolher. A decisão, que parece inconsciente, se revelou porque ele instantaneamente extraiu a informação mais importante e ignorou o resto.

Essa breve descrição, em que menos informação foi melhor do que o excesso, ilustra e resume a heurística, método que, definido de modo bem simplista, envolve a resolução de problemas usando algoritmos não muito rigorosos, mas que levam a soluções satisfatórias. Isso pode ser entendido como a expressão de rápidas avaliações estatísticas que já estão na mente daqueles que precisam tomar decisões. Formalmente, porém, a heurística apela para uma série de regras que podem ser aplicadas de modo específico, dependendo do problema.

Se, por exemplo, a escolha envolve duas opções e uma é conhecida, esta deve ser a selecionada. No caso de duas opções conhecidas, a que vem mais rapidamente à mente deve ser a escolhida. Ou, ainda, se existir uma divisão de opiniões em um grupo e alguém for chamado a opinar, deve escolher o voto da maioria. Decisões semelhantes são tomadas no dia a dia em relação a investimentos financeiros, tratamentos médicos e assim por diante.

Campanhas públicas também se beneficiariam de um conhecimento mais profundo da heurística. Em interessante artigo na revista científica *Nature* (v. 461, p. 1.189, 2009), o psicólogo Michael H. Bond narra como a reação do público aos alimentos transgênicos e à vacina tríplice (sarampo, caxumba e rubéola) abandonou qualquer tipo de senso comum em nome de emoções provocadas pela paranoia ou pela teoria da conspiração e quase conseguiu banir invenções que decididamente fazem mais bem do que mal. Sabe-se hoje que tanto o medo dos transgênicos quanto a preocupação de que a vacina tríplice induzia o autismo são infundados.

Bond também entrevistou Gerd Gigerenzer, psicólogo do Instituto Max Planck (Alemanha) que advoga vigorosamente em favor da heurística. Esta serve, segundo ele, para orientar os cidadãos em quase tudo o que diz respeito a seu cotidiano. Gigerenzer afirma que, na maior parte do mundo, as crianças aprendem a matemática da certeza e não a da incerteza, e que isso pode, mais tarde, prejudicá-las quando tiverem que opinar sobre o bem-estar da comunidade.

O artigo aponta que a catequese de Gigerenzer funcionou como alerta para certas escolas na Alemanha, que passaram a ensinar os fundamentos do cálculo de probabilidade para crianças de oito anos. Além das aplicações futuras mais técnicas, o ensino da estatística e probabilidade em idade mais tenra produziria adultos mais bem preparados para uma vida abarrotada de decisões a tomar.

Cuidado, porém. Bond mostra que nem sempre a intuição é o melhor caminho. Ele cita um exemplo que estendo ao leitor: se um café e um biscoito custam R$ 1,10 e o café custa um real a mais que o biscoito, quanto custa o biscoito? CH

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

# CIÊNCIA E RELIGIÃO

## UMA GUERRA DESNECESSÁRIA

**Construções humanas distintas, a ciência e a religião são tidas por muitos como incompatíveis. As relações entre elas têm sido conflituosas, tanto no passado quanto nos últimos tempos, mas alguns estudiosos da ciência acreditam que não deveria ser assim. Para eles, a tese do conflito entre ciência e religião deve-se a uma compreensão limitada da racionalidade e do pensamento humano.**

FOTO: DAN DOUCETTE / ALL CANADA PHOTOS / GLOW IMAGES

**Francisco Ângelo Coutinho**
*Faculdade de Educação,*
*Universidade Federal de Minas Gerais*
**Fábio Augusto Rodrigues e Silva**
*Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente,*
*Universidade Federal de Ouro Preto*

Ciência e religião são duas práticas importantes de nossa cultura. Elas orientam e organizam o mundo em que vivemos, fornecendo explicações sobre sua estrutura e seu funcionamento. Por se fundamentarem em bases diferentes, ou por explicarem o mundo de forma diversa, essas duas tradições, segundo se divulga, sempre estiveram em guerra e o fiel da balança deveria pesar a favor de uma ou de outra. Ou seja, se uma está certa, a outra deveria estar, necessariamente, errada. No entanto, as coisas não são tão simples.

Ao longo da história, as duas tradições mantiveram relações complexas e, às vezes, dolorosas. Na tentativa de organizar o debate e suas formas de ocorrência, são apontadas diferentes categorias das relações entre ciência e religião. A mais bem conhecida é fornecida pelo norte-americano Ian Barbour, físico e filósofo da ciência que identificou quatro grupos principais: conflito, independência, diálogo e integração.

## Do conflito à integração

Segundo a tese do conflito, ciência e religião são mutuamente excludentes e inerentemente incompatíveis. Essa abordagem, que cria uma forte e espessa barreira entre ciência e religião, é defendida por aqueles que propõem que a posse da verdade encontra-se de um lado ou de outro. São exemplos de defensores dessa postura cientistas como o inglês (nascido no Quênia) Richard Dawkins, o francês Jacques Monod (1910-1976) e o norte-americano Steven Weinberg, bem como fundamentalistas que interpretam a *Bíblia* literalmente.

A tese da independência também mantém uma forte separação entre ciência e religião, afirmando que essas tradições constituem esferas diferentes que não teriam nada a dizer uma sobre a outra. Para teólogos e filósofos como o suíço Karl Barth (1886-1968), o alemão Rudolf Bultmann (1884-1976) e o norte-americano (nascido na China) George Lindbeck, e biólogos como o norte-americano Stephen Jay Gould (1941-2002), as duas têm diferentes métodos, temas e linguagens que simplesmente não competem e, por isso, deveriam ser vistas como duas diferentes jurisdições: uma não deveria interferir nos assuntos da outra.

O diálogo, terceira categoria proposta por Barbour, delineia interações indiretas e fronteiras menos rígidas entre ciência e religião. Nesse caso, afirma-se que as descobertas científicas não necessitam de crenças religiosas, mas os avanços científicos ajudam a religião a encontrar suas respostas, e disso resulta o diálogo. Como exemplo, pode-se citar o uso que teólogos fazem do conhecimento astronômico e cosmológico para mostrar que as condições iniciais do universo podem apontar para um ato de criação divina.

São defensores do diálogo pensadores como os alemães Wolfhardt Pannenberg e Karl Rahner (1904-1984), o húngaro Michael Polanyi (1891-1976) e o espanhol, radicado nos Estados Unidos, Francisco J. Ayala.

Finalmente, existe a tese de que é possível estabelecer algum tipo de integração entre ciência e religião. Aqui os limites que separam os dois campos são muito frágeis. Um exemplo da tentativa de integração seria a chamada 'teologia natural', que argumenta que as evidências da existência de Deus se baseiam inteiramente na razão humana e não na revelação histórica ou na experiência religiosa. Por exemplo, a complexidade do olho humano indicaria que ele foi planejado para exercer uma determinada função e, portanto, apontariam para a existência de um planejador – no caso, Deus. Entre os defensores dessa tese encontramos pensadores como o filósofo cristão inglês William Paley (1743-1805), o padre francês Teilhard de Chardin (1881-1955), o reverendo inglês Arthur Peacocke (1924-2006) e o próprio Ian Barbour.

>>>

**Visão essencialista** A tese do conflito é bastante divulgada atualmente e entre seus líderes está Richard Dawkins. No livro *Deus, um delírio*, ele argumenta contra os fundamentos das religiões e alega que a existência de Deus é cientificamente improvável e que as religiões são prejudiciais (ver 'Formando ateus', em *CH* 247). Assim, Dawkins claramente organiza uma militância, convocando as pessoas a se libertarem do "vício da religião". Sua postura dá a impressão de que ciência e religião estão em guerra e de que devemos escolher um dos lados.

Embora possa parecer atraente do ponto de vista da ciência ou mesmo do ponto de vista da religião, essa postura carrega sérios problemas. O principal é que está fundamentada em uma visão essencialista tanto da ciência quanto da religião, ou seja, ela parte da postura de que haveria um conjunto de características essenciais definidoras da ciência e da religião, a partir das quais seria possível argumentar sobre a resolução do conflito. No caso de Dawkins, ou se aceitam as luzes da razão científica ou se torna adepto das trevas da ignorância religiosa. Essa postura tem implicações sérias, pois favorece a negação de conhecimentos produzidos por outras tradições, engendrando um comportamento fundamentalista e de alienação que pouco contribui para a formação de cidadãos de um mundo plural.

O principal problema que surge quando as relações entre ciência e religião são colocadas no viés essencialista é o pressuposto de que haveria homogeneidade dentro dessas duas tradições e de que seria possível estabelecer características nítidas a separá-las. O problema não pode ser colocado de modo tão simples. Há enorme diversidade de tradições religiosas no mundo atual, cada uma com suas crenças centrais. Quando se fala em religião, pensa-se em quê? O cristianismo, a tradição mais difundida entre nós, é uma entre muitas. É possível pensar em muitas outras, como islamismo, hinduísmo, budismo e judaísmo. Podem-se lembrar ainda os inúmeros sincretismos religiosos e subdivisões em cada religião. O cristianismo, por exemplo, tem diversas formas de manifestação, como catolicismo, luteranismo, anabatismo, espiritismo, cristianismo esotérico e outras.

Além da diversidade, existe ainda o problema de se definir o que é religião. Embora existam várias tentativas, não há consenso sobre o que esta significa. Se tomarmos uma definição, por exemplo, que exige a crença em um Deus, estaremos excluindo o budismo Theravada, a mais antiga escola budista. Outras definições valorizam a dimensão afetiva da fé, como na tentativa do pregador e professor de teologia e filosofia alemão Friedrich Schleiermacher (1768-1834), segundo o qual "a essência da religião é o sentimento de absoluta dependência". Essa definição exclui, por exemplo, a maioria das formas de budismo e o daoísmo. Inúmeras outras tentativas de estabelecer um conjunto de características compartilhadas por todas as religiões foram e continuam a ser realizadas. No entanto, essas tentativas sempre mostram seus limites.

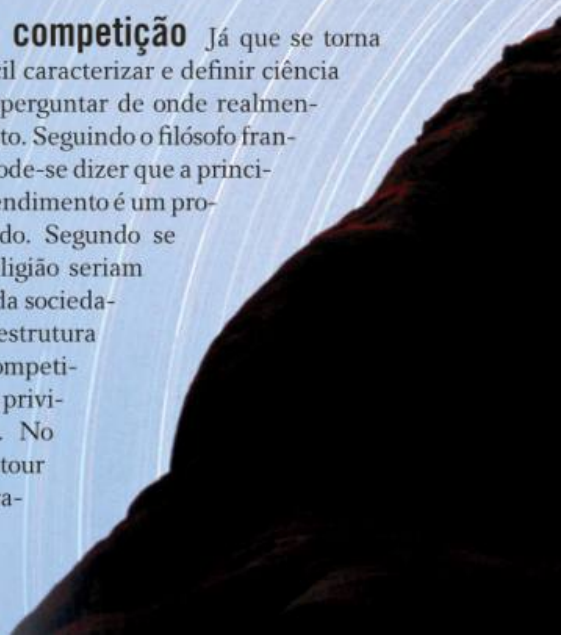
Quanto à caracterização da ciência, um primeiro problema diz respeito também à diversidade do que pode ser denominado como tal. Sob esse rótulo há uma variedade imensa de práticas de conhecimento. Em uma primeira aproximação, pode-se pensar em ciências naturais e humanas. Porém, com essa divisão estamos ainda muito longe de avaliar a diversidade que ali se esconde.

O que se chama 'ciências naturais' é composto por um conjunto enorme de disciplinas e subdisciplinas. Além disso, essa aproximação enganosa faz com que muitos acreditem em uma unidade da ciência e que todos os seus campos são regidos por um método único que garante o bom conhecimento científico. Isso não é verdade. O método experimental, por exemplo, embora amplamente divulgado como marca da ciência, não é característico de todas as áreas das ciências naturais. Nem toda hipótese científica pode ser testada em laboratório. Hipóteses históricas, que postulam causas passadas para fenômenos observados atualmente, fornecem um bom contraexemplo à ideia de um método universal. Atrelar ciências naturais e método experimental é suprimir das ciências tradições como biologia evolutiva, paleontologia, astronomia e astrofísica e, juntamente, lançar fora teorias robustas, como as teorias do *Big Bang*, da deriva continental e da evolução.

Outra dificuldade relacionada à caracterização da ciência diz respeito ao chamado 'problema da demarcação', ou seja, a tentativa de definir ciência e separá-la de outras formas de conhecimento. A busca por definir ciência tem longa história, e a ascendência do problema da demarcação pode ser rastreada até o filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.). No entanto, todas acabaram por mostrar seus limites e um consenso sobre a melhor definição não foi atingido. Tal situação leva a crer que se deve ter consciência de que a busca de um critério rígido de demarcação da ciência talvez seja uma tarefa estéril.

FOTO SONDEREGGER CHRISTOF / PRISMA / GLOW IMAGES

**Respeito, não competição** Já que se torna extremamente difícil caracterizar e definir ciência e religião, pode-se perguntar de onde realmente se origina o conflito. Seguindo o filósofo francês Bruno Latour, pode-se dizer que a principal fonte de desentendimento é um profundo mal-entendido. Segundo se pensa, ciência e religião seriam esferas autônomas da sociedade que, tendo uma estrutura racional única, competiriam por um acesso privilegiado à verdade. No entanto, como Latour argumenta, essas tra-



dições são simplesmente duas formas do que ele chama de "modos de existência" ou "regimes de enunciação", ou seja, espaços que têm modos específicos de produção e circulação da verdade. Entre outros modos de existência pode-se propor, por exemplo, o direito, a economia, a moral, a política e a administração.

Quando se observam esses regimes de enunciação, percebe-se logo que a justiça, por exemplo, não é produzida do mesmo modo que o conhecimento na química ou na biologia é gerado. As formas de raciocínio e justificação, procedimentos, tomadas de decisão e negociações possíveis são completamente diferentes. Tomemos um exemplo. Espera-se que a lei da gravitação universal do físico inglês Isaac Newton (1643-1727) seja válida universalmente, em todos os tempos e em todos os lugares. Caso sejam observadas situações em que essa lei não funciona, deve-se duvidar dela. A instauração dessa dúvida deve fazer parte da racionalidade da ciência.

Por outro lado, nas sociedades modernas existe uma lei que proíbe terminantemente o assassinato. O infrator dessa lei é chamado de 'assassino' e deve ser levado a julgamento. Nessas mesmas sociedades, como diz Latour, "existe uma prática, nem tão infrequente, que consiste em despejar bombas, de aviões, sobre pessoas que são chamadas de inimigas". Os pilotos desses aviões também deveriam ser levados a julgamento. No entanto, o sistema judiciário compreende que esses pilotos agiram conforme o dever. Nesse caso, existem atenuantes que eliminam a responsabilidade dos pilotos. Pode-se dizer, portanto, que, quanto à ação de matar, há dois modos de interpretação e dois modos de raciocinar. Isso não nos leva a duvidar da justiça, pois essa atitude faz parte da racionalidade do direito.

A religião seria, então, um modo de enunciação, com sua racionalidade própria e seus mecanismos específicos de produção da verdade. Segundo Latour, o discurso religioso se caracteriza pela transformação que opera na pessoa que ouve a mensagem. Ele seria muito próximo do discurso amoroso. Assim como a frase "eu te amo" não pode ser julgada por um estado de coisas, como sudorese, ativação de neurônios, dilatação da pupila etc., mas pela transformação que produz em quem ouve a frase, "o discurso religioso deve ser julgado pela qualidade das interações que produz graças à forma como é pronunciado" e não por um conjunto de fatos produzidos dentro da racionalidade científica.

Muitas vezes, diz-se que o discurso religioso lida com o transcendente, o invisível e o distante. No entanto, esses adjetivos não capturam aquilo que é a real marca da religião – a experiência pessoal de transformação. Enquanto um artigo científico informa sobre o mundo, o exemplo de um santo ou uma imagem religiosa transforma a vida da pessoa. Assim, as entidades religiosas – de anjos a deuses – simplesmente executam um tipo de trabalho existencial e o discurso religioso não é um discurso de informação, mas de transformação.

Do ponto de vista de Latour, portanto, o alegado conflito entre ciência e religião se instaurou por uma concepção demasiadamente estreita de racionalidade e pela crença de que todas as esferas da vida humana deveriam estar submetidas a essa racionalidade. O que devemos ter em mente é que ambas são legítimos e ricos modos de existência e nossa atitude não deveria ser a de fortalecer ou abolir as fronteiras, mas rearranjar e reescrever nosso mundo comum de tal maneira que os pontos fortes de ambas sejam respeitados. Nesse sentido, mais do que ressaltar os choques entre as diferentes formas de conhecimento, seria possível perceber a heterogeneidade inerente a nossa compreensão do mundo, como uma orquestra que executa uma peça que só é completa a partir dos mais diversos instrumentos. CH

## Sugestões para leitura


BARBOUR, I. *Quando a ciência encontra a religião.* São Paulo, Editora Cultrix, 2004.

BROOKE, J. H. *Ciência e religião. Algumas perspectivas históricas.* Porto, Porto Editora, 2003.

LATOUR, B. '"Não congelarás a imagem" ou: como não desentender o debate ciência-religião', em *Mana*, v. 10(2), p. 349, 2004.

NUMBERS, R. I. *Galileu na prisão e outros mitos sobre ciência e religião.* Lisboa, Gradiva, 2012.

# Paca, tatu, cutia também

# Reintrodução de espécies ajuda a manter biodiversidade

Alguns dos maiores problemas ambientais da atualidade são as extinções, sejam de espécies ou populações, e a consequente perda de interações ecológicas. Para diminuir os impactos do desaparecimento de populações de animais em áreas específicas, a reintrodução vem mostrando ser um instrumento de conservação com grande potencial. Em estudo realizado no Rio de Janeiro, cutias foram reintroduzidas no Parque Nacional da Tijuca, e o acompanhamento desses animais indica que podem restaurar interações ecológicas, como a dispersão de sementes.

**Bruno Cid**
**Fernando A. S. Fernandez**
*Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro*
**Alexandra S. Pires**
*Laboratório de Estudo e Conservação de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

Um dos chavões mais clássicos da conservação da natureza diz: "extinção é para sempre". Isso é verdade? Em escala global, a resposta é sim. Em escala local, não necessariamente. De fato, quando uma espécie animal desaparece de todos os lugares onde existia na natureza (extinção global) e não existem representantes dela em zoológicos, não há como trazê-la de volta – a reconstituição de dinossauros ou mamutes ainda pertence à ficção científica. No entanto, se a perda acontecer em apenas alguns lugares (extinção local), indivíduos da espécie podem retornar a essas áreas e repovoá-las. Quando os locais em que a espécie ainda existe são isolados, sem contato com aqueles onde a extinção ocorreu, ou quando os últimos animais estão em zoológicos, a única solução é retirar indivíduos dos grupos remanescentes e liberá-los onde não são mais encontrados – ou seja, reintroduzir a espécie nesses locais.

>>>

FOTO DE MARCO TERRANOVA

Fêmea de cutia reintroduzida no Parque Nacional da Tijuca com seu filhote nascido na natureza

Embora pareça simples, a reintrodução é um instrumento de conservação que nem sempre atinge o objetivo de restabelecer uma população selvagem autossustentável em longo prazo. Isso acontece porque, muitas vezes, os animais reintroduzidos não estão mais acostumados a viver por si mesmos na natureza, principalmente se viveram em cativeiro por muito tempo. Para tentar atenuar os efeitos desse problema e aumentar as chances de sobrevivência dos animais, são propostos certos procedimentos, que formam um processo conhecido como 'soltura branda'.

Uma técnica comum na soltura branda é a de pôr os animais em um cercado, instalado no local da reintrodução, para que passem ali um tempo antes da liberação. Esse tempo permite que os animais se acostumem às condições locais e ganhem peso. Nesse período, eles também podem ser treinados para obter alimentos na natureza e reconhecer predadores. Depois de soltos, outro procedimento que ajuda em sua readaptação à vida natural é fornecer porções de alimento perto do cercado, que são reduzidas aos poucos. Essa suplementação alimentar serve para evitar o enfraquecimento dos animais se demorarem a reaprender como conseguir comida no hábitat natural. Por fim, é importante que os animais sejam monitorados após a soltura, para reunir informações sobre sua situação, permitindo ao pesquisador realizar intervenções, se necessário.

Esses procedimentos têm ajudado a aumentar o sucesso das reintroduções, hoje recomendadas para a recuperação de várias espécies ameaçadas. No Parque Nacional da Tijuca, essa ferramenta vem sendo usada para trazer as cutias de volta à floresta.

## Floresta devolvida

A floresta da Tijuca – que deu origem ao Parque Nacional da Tijuca, situado no centro da cidade do Rio de Janeiro – é considerada a maior floresta urbana do mundo, com uma área de 3,95 mil hectares (1 ha equivale a 10 mil $m^2$). Entre os séculos 17 e 19, as matas nativas da região foram substituídas por pastagens e plantações de café e cana-de-açúcar. A remoção da vegetação natural para esses propósitos causou problemas no abastecimento de água da cidade e, percebendo esse processo, as autoridades locais determinaram o cercamento das nascentes localizadas no maciço da Tijuca e, depois, o reflorestamento de toda a região.

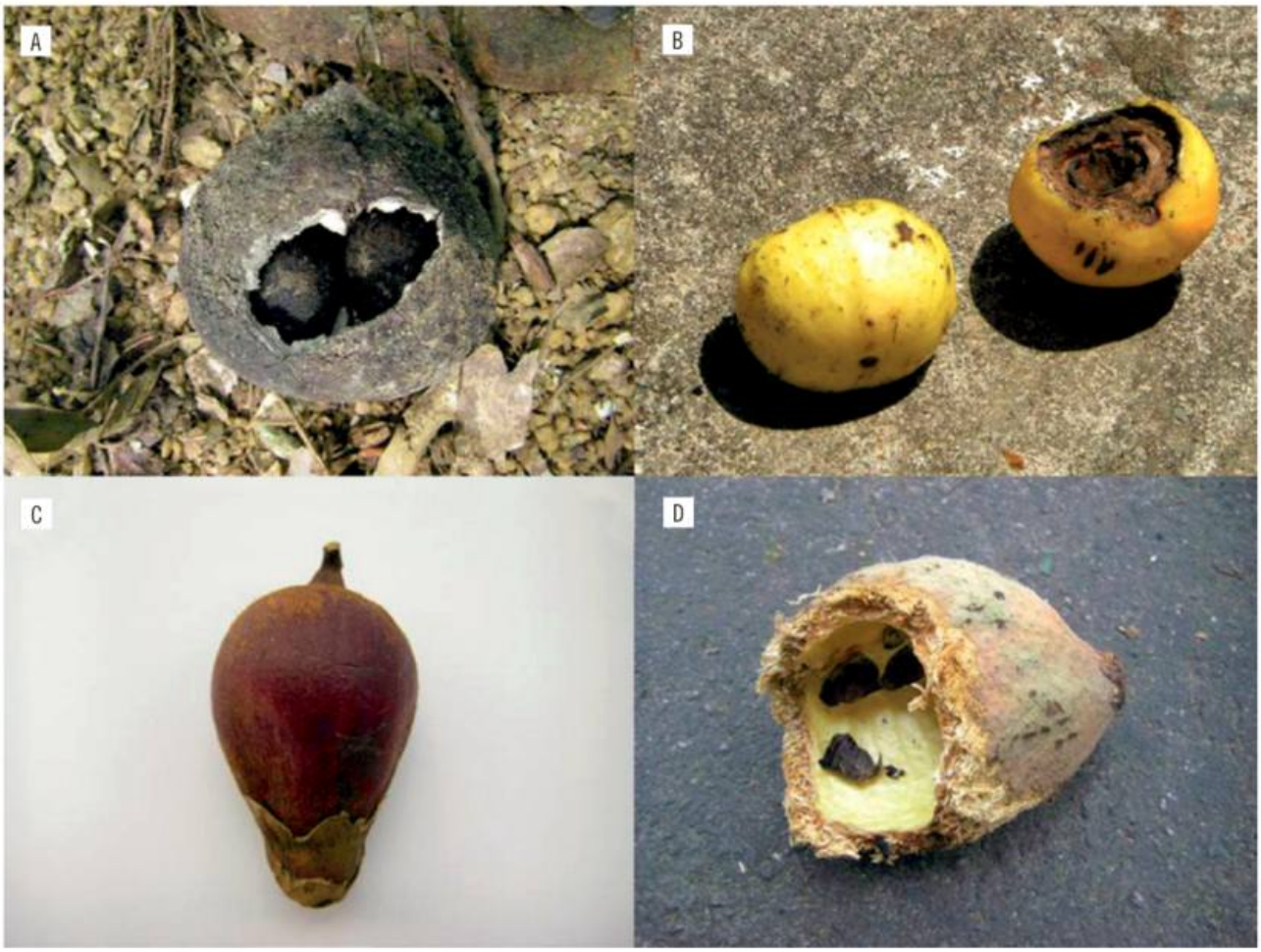
Desde então, mais de 90 mil mudas de árvores foram plantadas, restabelecendo a cobertura florestal em uma grande área. Apesar dos esforços, muitas espécies já haviam sido perdidas durante o desmatamento e, portanto, o replantio gerou uma floresta com diversidade de árvores nativas menor que a verificada em áreas de mata atlântica primária, onde nunca houve desmatamento.

Mesmo as árvores replantadas ficaram em situação delicada. A reprodução de algumas delas está associada a grandes animais que comem seus frutos e ajudam a dispersar suas sementes. Na ausência desses animais, os frutos apodrecem no chão da floresta e as sementes morrem, sem originar novas árvores – o que os biólogos da conservação chamam de 'síndrome da floresta vazia'. Nessa situação, a perda de interações ecológicas (no caso, a dispersão de sementes) pode ter consequências graves para a floresta como um todo.

A falta de dispersores de sementes na floresta da Tijuca já preocupava, na década de 1970, o biólogo Adelmar Coimbra-Filho e o diretor do Parque Nacional, Antônio Do-

FONTE: PARQUE NACIONAL DA TIJUCA

Mapa do Parque Nacional da Tijuca e, no detalhe, sua posição no município do Rio de Janeiro




FOTOS DE BRUNO CID

Frutos consumidos pelas cutias reintroduzidas na floresta da Tijuca, depois da soltura: cutieira (A), cambucá (B), iri (C) e chichá (D)

mingos Aldrighi, levando-os a realizar várias solturas de aves e mamíferos na região. Nessa época, a cutia (*Dasyprocta leporina*), ótima dispersora de sementes, já era considerada escassa na área do parque e 25 animais foram soltos entre 1971 e 1973. No entanto, como nos últimos anos não houve registros confiáveis da presença da espécie no parque, acreditava-se que estava localmente extinta. Por isso, em 2009 foi iniciado um novo projeto de reintrodução de cutias na área.

**De volta para casa** Entre setembro e outubro de 2009 foram capturadas 12 cutias (seis machos e seis fêmeas) de uma população existente na Praça da República (mais conhecida como Campo de Santana), no centro da cidade do Rio de Janeiro. Após a captura, os animais foram transportados para a Fundação Parque Zoológico da cidade (RioZoo), para ter sua saúde avaliada (exames de sangue, fezes e clínico) e iniciar a quarentena. Essa avaliação é necessária para evitar a reintrodução de animais doentes e debilitados, com poucas chances de sobrevivência.

Os exames revelaram que todos os animais, exceto um, estavam saudáveis e, portanto, aptos à soltura. Assim, 11 cutias receberam colares de radiotelemetria, que permitem aos pesquisadores localizá-las a qualquer momento depois de soltas, e foram levadas para o cercado de aclimatação na floresta da Tijuca.

Os animais recebiam, no cercado, comida, água e abrigo e cada cutia ficou, no mínimo, 15 dias nesse espaço antes da soltura. A alimentação era composta por frutas, legumes e verduras e complementada com frutos disponíveis na floresta, para que as cutias fossem se acostumando aos alimentos que encontrariam depois de liberadas. Três animais morreram durante a aclimatação: um macho por hipotermia durante uma forte chuva, uma fêmea por ataque de cachorros domésticos que entraram no cercado e outra fêmea por problemas no equipamento de radiotelemetria, que depois foi modificado. As oito cutias restantes, porém, ganharam peso no período de aclimatação e foram soltas entre fevereiro e julho de 2010.

Nos primeiros dias após a soltura, todos os animais permaneceram perto do cercado e, embora explorassem >>>

Espécies beneficiadas por projetos de reintrodução no mundo e no Brasil: furão-de-patas-negras (A), mico-leão-dourado (B) e mutum-do-sudeste (C)

áreas próximas, sempre voltavam para se alimentar da suplementação. Essa proximidade do ponto de soltura, nos primeiros dias, é essencial para promover a interação entre os indivíduos, facilitando a reprodução e permitindo o monitoramento. No entanto, é importante que a suplementação alimentar seja reduzida gradualmente, para que os animais se acostumem aos poucos a buscar alimentos por conta própria.

Depois do período de dependência da suplementação e dos movimentos exploratórios iniciais, cada cutia encontrou um lugar definitivo para viver – o que é chamado de 'área de vida'. O estabelecimento dessa área é relevante porque os indivíduos se familiarizam cada vez mais com os elementos ali presentes, o que torna mais fácil encontrar abrigos e alimento e escapar de predadores. No período do estudo, as cutias foram observadas comendo e enterrando frutos e sementes de árvores nativas da floresta da Tijuca, como cutieira (*Joannesia princeps*), cambucá (*Plinia edulis*), iri (*Astrocaryum aculeatissimum*) e chichá (*Sterculia chicha*).

Até o fim dessa etapa do estudo (dezembro de 2010), apenas um dos oito animais soltos morreu. A alta sobrevivência dos animais reintroduzidos pode ser atribuída à ausência dos maiores predadores de cutias, como a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e a onça-parda (*Puma concolor*). Apesar disso, agressões por cachorros domésticos e atropelamentos podem se tornar importantes ameaças à nova população de cutias no Parque Nacional. Além dos problemas com cachorros ocorridos na aclimatação, esses animais (abandonados ou pertencentes a pessoas que vivem na área do parque) foram vistos, algumas vezes, perseguindo cutias já em liberdade. Uma ótima notícia, porém, foi o nascimento de três filhotes, gerados por duas fêmeas diferentes, no período do estudo.

A independência alimentar, o estabelecimento de áreas de vida, a sobrevivência elevada e o nascimento de filhotes na natureza indicam que a reintrodução vai indo bem. Apesar disso, para garantir o sucesso desse processo é preciso que problemas, como as mortes ocorridas dentro do cercado, sejam solucionados. É necessário ainda que mais cutias sejam soltas e monitoradas na floresta da Tijuca para que a população dessa espécie atinja o tamanho e a dinâmica necessária para ser considerada autossustentável. Só assim poderemos dizer que, além das pacas e tatus, a floresta da Tijuca terá cutias também.

**É esta a solução?** A reintrodução é uma ferramenta de conservação cada vez mais utilizada no mundo, e diversas tentativas de restabelecimento de populações selvagens têm sido realizadas. De forma geral, as aves e os mamíferos são os animais que recebem mais atenção, mas existem trabalhos que tratam da reintrodução de peixes, anfíbios, répteis e até de alguns invertebrados.

(A) FOTO DE JESUS PACHECO (B) FOTO DE CARLOS RAMÓN RUIZ MIRANDA (C) FOTO DE CHRISTINE S. SÃO BERNARDO

Um dos animais ameaçados de extinção mais beneficiados com esse método é o furão-de-patas-negras (*Mustela nigripes*). Em várias localidades dos Estados Unidos e do México, as populações desse carnívoro vêm se restabelecendo, e o estudo desse projeto bem-sucedido é considerado de extrema importância para o desenvolvimento de outros. No Brasil, ainda é raro o uso da reintrodução. No entanto, um dos trabalhos considerados mais importantes no mundo aconteceu aqui. Trata-se da reintrodução dos micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) na área que hoje é a Reserva Biológica União e em fragmentos florestais adjacentes, localizados nos municípios de Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito, no estado do Rio de Janeiro.

Essa espécie quase foi extinta em decorrência de ações humanas (entre elas desmatamento, caça e captura de animais), mas uma parceria entre pesquisadores brasileiros e norte-americanos tornou sua salvação possível. Após décadas de esforços, a população desses animais e sua área de distribuição aumentaram tanto que a espécie passou da categoria 'criticamente ameaçada' para a 'ameaçada', melhora nunca antes registrada no mundo para um primata. A meta do projeto é, até 2025, alcançar 2 mil micos-leões vivendo em liberdade, população suficiente para que a espécie exista sem muito risco de extinção em curto prazo.

No Rio de Janeiro, além do projeto com as cutias na floresta da Tijuca, existe uma tentativa de reintrodução de jacutingas (*Aburria jacutinga*) e de mutuns-do-sudeste (*Crax blumenbachii*) na Reserva Ecológica de Guapiaçu, no município de Cachoeiras de Macacu. O trabalho, que começou em 2006, já conta com resultados expressivos e tem contribuído para a melhora dos programas de reintrodução, principalmente de aves.

As taxas de extinção de espécies têm aumentado consideravelmente desde que o ser humano surgiu e espalhou-se pelo mundo. Estima-se que essas taxas sejam, hoje, de cem a mil vezes maiores que a taxa média de extinção desde que a vida surgiu na Terra. Como os exemplos mostram, no Brasil e no mundo, a reintrodução pode ajudar a restaurar populações de espécies ameaçadas e a restabelecer interações ecológicas perdidas, como a dispersão de sementes no caso das cutias. Entre as ferramentas de conservação, a técnica tem um potencial único. Infelizmente, porém, ainda é comum a morte e o desaparecimento precoces dos animais soltos em muitos projetos de reintrodução.

Por ser uma prática considerada cara, é urgentemente necessário desenvolvê-la, para minimizar os insucessos e justificar o alto custo. Mas não se espera que a reintrodução seja a solução para a perda global de espécies, uma vez que é impossível recolocar indivíduos e construir populações na mesma velocidade com que são perdidas na atualidade.

Antes de confiar em qualquer estratégia de conservação para espécies já sob ameaça, é preciso tentar desacelerar o processo de extinção e preservar os hábitats nativos por meio da criação de áreas protegidas (unidades de conservação). Continuamos aprendendo muito sobre como recolocar espécies animais em áreas naturais ainda existentes, mas precisamos, antes de tudo, que esses hábitats sejam conservados, para que a estratégia tenha êxito e possamos manter no futuro uma parte da biodiversidade ainda existente. CH

## Sugestões para leitura

PROCÓPIO DE OLIVEIRA, P.; GRATIVOL, A. D. e RUIZ-MIRANDA, C. R. *Conservação do mico-leão-dourado: Enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada.* Campos de Goytacazes, Editora da Universidade Federal do Norte Fluminense, 2008.
HAYWARD, M. W. e SOMMERS, M. J. *Reintroduction of top order predators.* Londres, Blackwell Publishing, 2009.
OLNEY, P. J.; MACE, G. e FEISTNER, A. *Creative conservation: Interactive management of wild and captive animals.* Londres, Chapman & Hall, 1994.
COIMBRA-FILHO, A. F. e ALDRIGHI, A. D. 'A restauração da fauna do Parque Nacional da Tijuca', em *Publicações Avulsas do Museu Nacional,* v. 57, p. 1, 1971.

# SEM AGULHA,

A cena acontece em toda campanha de vacinação infantil: a criança chega com a mãe em um posto e parece tranquila, mas isso muda assim que ela vê alguém vindo em sua direção com uma seringa. A visão traz medo e choro. Seria possível eliminar a agulha e, portanto, o medo? Seria possível injetar vacinas (ou medicamentos) sem o uso de agulhas, de forma mais segura e mais barata, sem dor e com doses menores que as do método tradicional? A resposta é: sim. Este artigo mostra que a 'injeção sem agulha' – ideia nem tão recente – já deixou de ser um exercício de imaginação ou ficção científica.

**Taís Gratieri, Guilherme Martins Gelfuso e Marcílio Sérgio Soares da Cunha-Filho**
*Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília*
**Lívia Neves Borgheti Cardoso**
*Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo*

Os injetores atuais são mais compactos e mais eficientes, e permitem a administração de vacinas e de diversos fármacos (como compostos anestésicos, insulina e outros)

# POR FAVOR!

## Novos dispositivos de injeção são seguros, reduzem custos e podem eliminar a dor

A história da injeção sem agulha começou com a necessidade de vacinar rapidamente os batalhões de soldados dos Estados Unidos nas décadas de 1940 e 1950. Não que os soldados temessem injeções. O problema era que o uso das agulhas tradicionais tornava o processo de vacinação muito caro e demorado. O que importava não era apenas o preço das agulhas, mas todo o custo envolvido em seu descarte, pois poderiam estar contaminadas – sabe-se que agulhas não devem ser reutilizadas. Também havia necessidade de pessoal especializado para fazer as aplicações, devido ao risco de picadas acidentais.

Tentando resolver esses problemas, diferentes pesquisadores criaram, já nos anos 1940, dispositivos em formato de revólveres – e sem agulhas – que disparavam na pele doses de vacina (ou de certos medicamentos) em alta velocidade, de modo que penetrassem até camadas mais profundas. Os primeiros aparelhos usavam gás comprimido para impulsionar a vacina através da pele, sem deixar uma perfuração visível. A partir de 1947, esse recurso foi utilizado na vacinação de milhões de pessoas, em diversos países, contra cólera, difteria, poliomielite, catapora e febre tifoide, e por isso foi apelidado de 'revólver da paz'.

No entanto, como ocorre com algumas tecnologias recém-desenvolvidas, os injetores apresentaram problemas que causaram sérios transtornos. Surgiram relatos de que a injeção sem agulha causava manchas vermelhas na pele e deixava o local extremamente dolorido. Além disso, o uso sequencial do mesmo injetor em diferentes pessoas, algo que devia ser uma vantagem da tecnologia, tornou-se uma limitação. Percebeu-se que, devido à grande pressão do jato, certa quantidade de fluido intersticial (material orgânico situado entre as células) podia 'espirrar' imediatamente após a injeção (figura 1) e contaminar a extremidade do injetor. Em 1985, uma epidemia de hepatite B foi relacionada ao emprego desses injetores. As falhas e a desconfiança fizeram com que deixassem de ser usados.

**Avanços na tecnologia** Recentemente, esses problemas foram solucionados: os injetores sem agulhas foram redesenhados e estão disponíveis para a administração de medicamentos, em formulações líquidas e até sólidas. Como os modelos pioneiros, os novos dispositivos têm uma fonte de energia para lançar o jato em alta velocidade. Quando acionada, essa fonte (que pode ser um gás comprimido ou uma mola) 'dispara' o medicamento através de um orifício muito reduzido – o diâmetro varia de 50 a 360 micrômetros (μm), unidade equivalente a um milésimo de milímetro, menor que o de uma agulha convencional, que pode chegar a 630 μm. A velocidade de aplicação pode ser de 50 a 200 m por segundo. Na prática, é como se o próprio líquido se transformasse em uma agulha afiada.

O controle preciso do processo de propulsão permite que modificações na velocidade do jato e no diâmetro do orifício de aplicação direcionem o medicamento para diferentes camadas da pele, desde as mais superficiais (epiderme e derme) até o tecido subcutâneo ou muscular (figura 2). Se a 'injeção' é dirigida à camada mais superficial, o jato não 'ativa' as terminações nervosas, o que torna a aplicação praticamente indolor.

As pesquisas sobre esse sistema continuam, e vêm sendo estudadas outras fontes de energia para a propulsão. Cientistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, por exemplo, pesquisam o uso de força eletromagnética para controlar a ve- >>>

FOTO LATINSTOCK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL DC

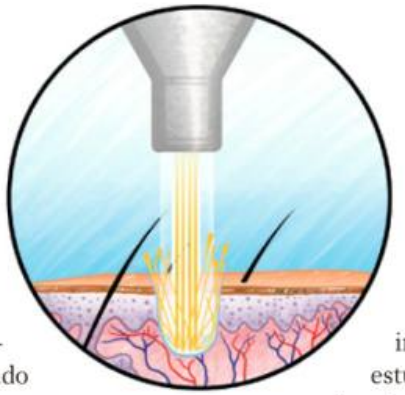


Figura 1. Nos primeiros injetores sem agulha, a administração de vacina por ar comprimido podia provocar extravasamento de material orgânico, o que contaminava o aparelho, mas nos modelos atuais esse problema não ocorre

locidade de injeção. Um ímã instalado no êmbolo da 'seringa' e cercado por uma bobina de fios possibilita gerar uma força de propulsão proporcional à corrente elétrica aplicada. Já na Universidade da Califórnia, no mesmo país, vêm sendo testados microjatos liberados na forma de pequenos pulsos, produzidos com a ajuda de um cristal com propriedades piezoelétricas – um botão ativador faz com que um pulso elétrico seja liberado pelo cristal, gerando uma pressão que move o êmbolo e impulsiona o medicamento.

Independentemente da força usada na propulsão do jato, uma grande diferença entre os novos injetores e os antigos modelos é que a ponta e o reservatório da formulação que entram em contato com a pele, e ocasionalmente com o líquido intersticial, nunca são reutilizados em pessoas diferentes. Modelos comercializados hoje nos Estados Unidos permitem que pacientes com deficiência do hormônio do crescimento injetem somatropina em si mesmos – como o contato é sempre com a mesma pessoa, o dispositivo pode ser reutilizado. Isso elimina a necessidade de aplicação por um profissional treinado, e o paciente pode se medicar em casa (no caso de uma criança, isso pode ser feito pelos pais).

Outras alternativas são aplicadores descartáveis (de custo menor que o de seringas com agulhas) ou que utilizem pequenos reservatórios também descartáveis, mais apropriados para a administração de vacinas. Esse último sistema evita o descarte de todo o aparelho: basta trocar o reservatório (que contém uma dose da vacina) a cada paciente. Chamados de injetores a jato de refil descartável, podem ser comercializados já com o reservatório ou ser 'carregados' antes de cada injeção. A dose liberada pode variar de 0,1 a 0,5 mililitro.

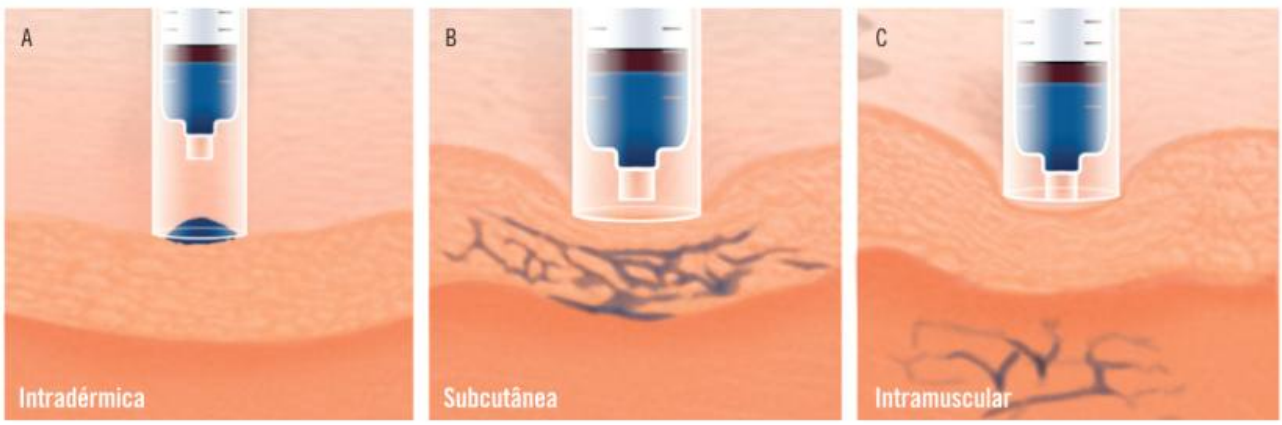
## Melhor que a encomenda

Muitos estudos científicos avaliam a eficiência das injeções sem agulhas. A boa notícia é que os estudos não só confirmam que esses dispositivos funcionam como ainda indicam que seu uso na aplicação de vacinas, seja na camada superficial da pele (intradérmica) ou em áreas mais profundas (subcutânea), pode resultar em respostas imunológicas do organismo de 10 a 50 vezes maiores, se comparadas à resposta decorrente da injeção convencional de vacinas nos músculos (intramuscular). Em outras palavras, é possível, com a nova tecnologia, imunizar mais pacientes com menos vacina.

Isso acontece por vários motivos. Em primeiro lugar, porque injeções sem agulhas permitem administrar vacinas nas camadas mais superficiais da pele, onde ficam dois tipos de células do sistema de defesa humano: as células de Langerhans e as células dendríticas. São elas que desencadeiam a resposta imunológica, que protege o indivíduo contra a doença combatida pela vacinação. Além disso, com os injetores a jato a distribuição da formulação é melhor do que com a injeção comum. Em vez de formar uma gota, após a aplicação, o fluido se espalha entre as células com maior rapidez e em maior extensão (figura 3).

A necessidade de redução da dose faz parte, por exemplo, das estratégias da Iniciativa Global de Erradicação da Poliomielite, promovida pela Organização Mundial da Saúde e outras entidades, como forma de tornar a vacina para essa doença mais acessível aos países em desenvolvimento. Em 1988, quando a poliomielite era endêmica em mais de 125 nações, a 41ª Assembleia Mundial de Saúde aprovou medidas para sua erradicação até 2000. Essa meta não foi atingida, mas em

Figura 2. Variações na pressão aplicada permitem administrar medicamentos em diferentes profundidades: nas camadas superficiais da pele (A), na área subcutânea (B) ou no interior de músculos (C)



2012 a doença só se mantinha endêmica em três países (Afeganistão, Nigéria e Paquistão). Mesmo assim, não se pode considerar que a poliomielite não afeta mais a população mundial, e o uso de menos vacina reduz os custos das campanhas, facilitando a implantação de programas para sua erradicação.

Estudos clínicos recentes, realizados em Omã e em Cuba, avaliaram se apenas uma fração da vacina contra a poliomelite – um quinto da dose convencional – administrada por via intradérmica com um injetor sem agulha seria capaz de gerar a mesma resposta imunológica que a dose completa. A avaliação revelou que a imunização das crianças, após três aplicações com essa fração da vacina, foi menor que a resposta à dose adotada hoje, mas os cientistas consideraram os resultados promissores, argumentando que, se com a injeção de mais uma fração a resposta de defesa for a mesma da dose convencional, ainda assim haveria uma 'economia' de vacina. Pode parecer pouco, mas uma redução de custo pode ser crucial em países em desenvolvimento com grandes populações.

Deve-se considerar também a facilidade de descarte dos resíduos da vacinação em locais como florestas e vilas no interior: por não conter agulhas, o material é classificado como 'não cortante' e pode ser processado sem risco de contaminação cruzada. Esses estudos também perguntaram às mães se preferiam os novos dispositivos ou a injeção convencional e a grande maioria preferiu os injetores a jato, porque "o bebê não chora".

**Aplicações ilimitadas** Os locais propostos para aplicação das injeções sem agulhas seriam o braço, o abdômen ou as coxas. Mas existem outras possibilidades, como aplicações de anestesia na boca, em tratamentos dentários. Isso já é realidade em consultórios odontológicos nos Estados Unidos. As alternativas incluem o uso em áreas do rosto, em clínicas de estética, e até aplicações no pênis para tratamento de disfunção erétil. Uma das aplicações mais arrojadas está na injeção de medicamentos sólidos (em pó), algo praticamente impensável com as injeções tradicionais, mas que o sistema de propulsão pode viabilizar.

As vantagens desses sistemas podem ser revolucionárias: eles possibilitam administrar medicamentos que ainda não vêm sendo usados por serem instáveis ou por terem moléculas muito grandes para penetrar a pele sem a 'ajuda' de um sistema de propulsão. Enfim, as injeções sem agulhas abrem as portas para novas opções terapêuticas. Além disso, a injeção de formulações em pó pode reduzir os custos de diversas medicações. Muitas vacinas, por exemplo, exigem refrigeração no transporte e no armazenamento para manter sua validade, e é complicado manter esses materiais refrigerados em áreas com difícil acesso e temperaturas elevadas, como o interior da Amazônia ou da África. O uso de formulações em pó poderia sanar esses problemas, já

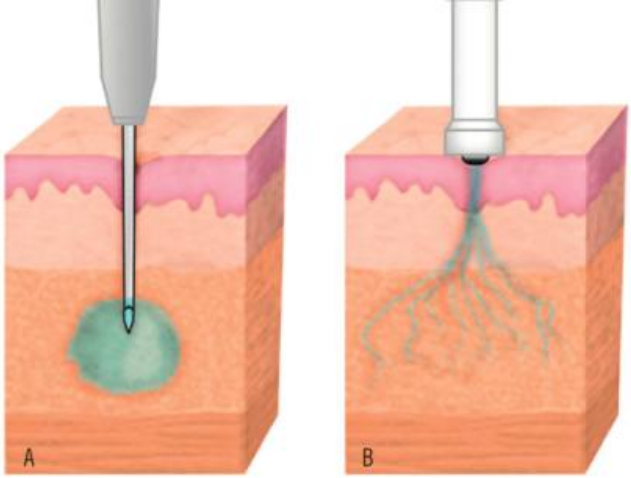



Figura 3. O uso de agulha para injetar vacina ou medicamento na pele forma uma gota contida em espaço limitado (A), enquanto a administração com injetores sem agulha espalha o material por uma área maior (B)

que medicamentos sólidos são muito mais estáveis que os líquidos e normalmente não precisam de refrigeração para ter longo prazo de validade. Estudos clínicos têm demonstrado a eficiência desses sistemas na vacinação contra gripe e hepatite B.

Embora atualmente estejam disponíveis no mercado vários modelos de injetores sem agulhas de pós e líquidos, a aceitação desses dispositivos parece estar limitada à simples substituição da injeção convencional. No entanto, com a superação dos problemas relatados nas décadas anteriores e os avanços tecnológicos obtidos em anos recentes, aliados ao barateamento da tecnologia, acredita-se que em breve esses dispositivos viabilizarão a administração de novos medicamentos e farão parte do dia a dia das pessoas, não apenas nos postos de saúde, mas também no dentista, em clínicas de estética e até nas residências. CH

### LIBERAÇÃO CONTROLADA

Os autores têm experiência na área de tecnologia farmacêutica, com ênfase no desenvolvimento e avaliação de sistemas inovadores para liberação controlada de fármacos, incluindo sistemas que envolvem compostos micro e nanoparticulados. O objetivo de suas pesquisas é obter novos medicamentos que sejam mais eficazes e tenham menos efeitos adversos. Seus trabalhos têm contribuído para tratar diferentes doenças como infecções oculares, calvície (alopécia), câncer de pele e doença de Chagas.

## Sugestões para leitura

LOPEZ, R. F. V.; GRATIERI, T.; GELFUSO, G. M. (org.). *Physical methods to increase topical and transdermal drug delivery* (volume 1). Kerala, Transworld Research Network, 2012.

MITRAGOTRI, S. 'Immunization without needles', em *Nature Reviews Immunology*, v. 5, p. 905, 2005.

BAL, S. M.; DING, Z.; VAN RIET, E. e BOUWSTRA, J. A. 'Advances in transcutaneous vaccine delivery: do all ways lead to Rome?', em *Journal of Controlled Release*, v. 148, p. 266, 2010.

Legislação inócua ou política ambiental suicida? Às margens do rio e da lei, o garimpo de ouro é uma labuta que historicamente flerta com a clandestinidade – e vem do Amazonas uma iniciativa que, pela primeira vez no Brasil, estabelece normas estaduais para regulamentar o ofício. A decisão, entretanto, incita questionamentos entre cientistas e legisladores. Afinal, libera a utilização de mercúrio – um dos metais pesados mais tóxicos ao ser humano – quando o mundo todo se movimenta para banir ou impor restrições severas ao uso desse perigoso elemento químico.

**Henrique Kugler**
*Ciência Hoje*/RJ

# EM NOME DO

A saga do garimpeiro já foi enredo de contos, cobiça e violência. De conflitos de terra a pecados ambientais, histórias de garimpagem têm quase sempre um coadjuvante em comum: o mercúrio – um dos metais pesados mais tóxicos para a saúde humana. Para o cientista, é um elemento químico de 86 prótons. Mas, para o garimpeiro, é mais do que isso: é o líquido prateado responsável pela alquimia da sobrevivência.

Explica-se: como agulhas em um palheiro, os minúsculos fragmentos de ouro ficam aleatoriamente espalhados pelo cascalho arenoso que o minerador retira do subsolo ou do leito dos rios. A esse material bruto é adicionado mercúrio. Líquido à temperatura ambiente – é o único metal conhecido com tal propriedade –, ele agrega os pequeníssimos grãos dourados e forma uma liga metálica. Essa mistura é então aquecida; o mercúrio evapora; e assim o ouro puro chega às mãos do minerador.

Tecnologia deveras rudimentar. Mas, onipresente na mineração artesanal de ouro, o mercúrio tem preocupado a comunidade científica desde fins da década de 1960, quando se intensificaram os estudos sobre a toxicologia desse metal. "Danos irreversíveis ao sistema nervoso, inclusive o comprometimento de áreas do cerebelo associadas a funções motoras, auditivas e visuais, são alguns dos males que o mercúrio costuma causar em seres humanos", diz o biólogo Wanderley Bastos, da Universidade Federal de Rondônia (Unir). "Uma vez lançado no ecossistema, o mercúrio foge totalmente de nosso controle; e ainda não temos tecnologias para frear os processos biogeoquímicos de sua disseminação."

FOTO VICTOR HUGO YAMA

## Garimpo revisitado

A relação entre mercúrio e garimpo é tema clássico para polêmicas ambientais. E a última delas – que reavivou um debate adormecido – veio à tona em maio de 2012, quando a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS) publicou uma desvairada resolução que causou celeuma entre cientistas e legisladores. Trata-se da Resolução 11/2012. Na contramão da história, o documento regulamenta o uso de mercúrio no garimpo artesanal – quando o mundo todo se movimenta para banir ou impor restrições severas no emprego desse perigoso elemento químico.

Delicado impasse. Pois há na iniciativa da SDS uma boa intenção – pôr ordem na casa e disciplinar o garimpo no estado. Pelos rincões da Amazônia, afinal, a lavra do ouro é uma labuta que historicamente flerta com a clandestinidade. Há gerações o valioso metal dourado é via de sobrevivência para famílias que habitam as remotas paragens da planície amazônica. Mesmo assim, os estados da região jamais se engajaram na tarefa de legislar sobre a atividade. "O garimpo, portanto, acontece há

# OURO

Fragmento de rocha com lascas de ouro cru

décadas sem qualquer tipo de controle legal ou critério", contextualiza o procurador da República Leonardo Macedo, do Ministério Público Federal (MPF).

Eis que entra em cena a Resolução 11/2012. Com ela, o Amazonas tornou-se o primeiro estado do país a rezar uma legislação específica sobre garimpo. Nada mal, em princípio. Mas o texto desagradou a muitos. A comunidade científica não tardou a se manifestar; a sociedade civil fez-se ouvir; e o próprio MPF não deixou barato.

**Lei manca** "Regularizar a atividade garimpeira e retirá-la da clandestinidade é algo louvável, mas isso não pode acontecer à custa da liberação do despejo de mercúrio nos rios e no ambiente", lê-se na carta aberta assinada pelo físico Ennio Candotti, diretor do Museu da Amazônia (Musa), em Manaus (AM), e vice-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. "Desejamos alertá-lo, senhor governador, que o mercúrio é um metal extremamente tóxico, fato que não é mencionado na resolução."

O documento foi acusado de ser permissivo – além de sugerir procedimentos de segurança pouco específicos e de duvidosa eficácia. Em linhas gerais, ele afirma que as regiões de garimpo devem ser previamente sujeitas a estudos de impacto ambiental; a origem do mercúrio deve ser comprovada; as áreas de lavra devem ser monitoradas por técnicos do estado; os rejeitos do mercúrio devem ser encaminhados à sede municipal, onde serão devidamente acondicionados; e o garimpeiro deve, obrigatoriamente, usar um equipamento chamado retorta (ou cadinho). É um aparato metálico assemelhado a um forno, que aquece o amálgama e separa o ouro de forma segura, pois, sendo um sistema fechado, evita que o vapor de mercúrio seja emitido à atmosfera ou inalado pelo trabalhador. A retorta permite ainda reaproveitar o mercúrio que seria despejado no solo ou nas águas.

À primeira vista, a resolução soa bem razoável. Mas o preocupante não é o que o texto diz; e sim o que ele não diz. "Pois estão ausentes os mecanismos adequados de controle ambiental", critica Macedo. Um exemplo: "Apesar de obrigar o garimpeiro a utilizar retorta, o texto ignora o processo de certificação necessário para garantir a eficiência do equipamento", alerta o procurador. Além disso, a resolução não proíbe o garimpo em áreas já degradadas ou em territórios onde a presença de mercúrio é naturalmente alta (ver 'Natural ou antrópico').

"Diante das críticas, o estado do Amazonas abriu-se para o diálogo", conta o procurador. Semestre agitado para os amazonenses: foram organizados debates, encontros e palestras para discutir o polêmico texto. "Assim conseguimos alterar a Resolução 11/2012 e substituí-la pela Resolução 14/2012", atualmente em vigor.

>>>

**Menos pior** O novo texto proíbe garimpo em regiões com altas concentrações de matéria orgânica – caso das áreas banhadas pelo rio Negro, por exemplo. Pois ambientes assim favorecem a reação que transforma o mercúrio metálico (Hg) em metilmercúrio ($CH_3Hg+$) – a forma química mais tóxica do elemento. Uma vez transformado, o mercúrio é rapidamente absorvido pelos organismos vivos e incorporado à cadeia alimentar. "Acumula-se nos tecidos dos peixes e, cedo ou tarde, chega ao homem", explica Bastos.

O novo texto prevê rigoroso controle do comércio de mercúrio metálico. E exige a certificação das retortas pelo Instituto de Pesos e Medidas (Ipem). Mas há aí um singelo entrave: "Não adianta o garimpeiro simplesmente ter a retorta, ainda que certificada; ele precisa usá-la", enfatiza Macedo. "Em visitas a regiões de garimpo no Amazonas, averiguamos que várias balsas tinham, sim, esse equipamento. Mas estavam novos, isto é, jamais tinham sido utilizados."

Se os pessimistas estiverem certos, a Resolução 14/2012 tem tudo para ser uma lei para amazonense ver. Exatamente por isso ela passará por um período de testes. "Serão três anos de avaliação", prevê Macedo. "Se, ao longo desse período, o MPF entender que danos irreversíveis continuam sendo causados aos ecossistemas, nada impede que trabalhemos para impugnar a resolução." Por outro lado, se o novo texto funcionar a contento – o que requer otimismo panglossiano – ele será um marco histórico para o garimpo amazônico. "Pois será a primeira vez que o Brasil logrará êxito na regulamentação de uma atividade historicamente exercida à margem da lei", diz Macedo, com ceticismo no tom de voz.

"A resolução é relativamente boa", comenta o ecólogo Bruce Forsberg, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), que participou das discussões e da reelaboração do texto. "Minha dúvida: sua implementação poderá mesmo ser fiscalizada?"

**Dados aterradores** Enquanto leis e burocracias duelam, muitas regiões da Amazônia já apresentam quadros preocupantes de contaminação por mercúrio. Ao longo do rio Madeira, que passa por Porto Velho (RO) e deságua no rio Amazonas, a presença desse metal pesado no organismo dos ribeirinhos vem sendo monitorada há décadas. Os habitantes de São Sebastião do Tapuru (AM) têm em média 62 µg/g de metilmercúrio no organismo – quando o limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de apenas 7 µg/g. De municípios ao longo do curso das mesmas águas não vieram melhores notícias. Em Três Casas (AM), são 33,07 µg/g; Vista Nova (AM), 25,69 µg/g; Carará (AM), 18,13 µg/g; Santa Rosa (RO), 13,99 µg/g; Santo Antônio do Pau Queimado (RO), 14,69 µg/g; e por aí vai. (Dados completos estão disponíveis no mapa interativo 'Contaminação por mercúrio', na *CH On-line*). "A média de concentração mercurial nas populações isoladas do rio Madeira é de 15 partes por milhão, isto é, o dobro do valor considerado normal pela OMS", preocupa-se Bastos.

**Mercúrio e saúde** Existem duas maneiras de se medir a quantidade de mercúrio no organismo humano. Se o vapor do metal é inalado, sua presença será detectada na urina. Mas, se ingerido a partir de peixes ou demais alimentos contaminados, será aferido em amostras de fio de cabelo.

"São quadros toxicológicos diferentes", detalha Bastos. O mercúrio inorgânico – isto é, o vapor do metal inalado durante a queima do amálgama para separar o ouro – provoca danos aos rins e ao sistema respiratório. "Apesar de garimpeiros ainda sofrerem desses problemas, eles já foram muito mais comuns nas décadas passadas", lembra o pesquisador da Unir. Hoje, pesquisadores preocupam-se especialmente com a forma orgânica, o metilmercúrio, que praticamente não é excretada. É um processo lento e cumulativo: o elemento permanece no organismo pelo resto da vida. "Por isso a contaminação por mercúrio é um grave problema de saúde pública há mais de 50 anos", escreve a bióloga Sandra Hacon, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). "Retardo mental, paralisia cerebral, surdez, cegueira e disartria em indivíduos expostos ainda no útero materno; e danos sensoriais e motores graves em indivíduos expostos na idade adulta" são alguns exemplos de males elencados pela bióloga da Fiocruz.

### NATURAL OU ANTRÓPICO

Nos solos e rios amazônicos, que parcela do mercúrio é oriunda de atividades antrópicas e que parcela advém de condições naturais? Questão em aberto. Por suas características físicas, nossa floresta equatorial estoca quantidades naturalmente elevadas do metal – quatro vezes mais do que solos de regiões temperadas, segundo Wanderley Bastos, mesmo em áreas distantes de garimpo ou indústria. Erupções vulcânicas várias, ao longo da história geológica, emitiram mercúrio à atmosfera. Esse material foi se depositando nos solos. E a floresta amazônica, se intacta, estoca enorme quantidade mercurial. Se destruída, porém, o mercúrio ali armazenado é fatalmente carreado aos cursos d'água. "Uma vez no sistema aquático, não mais importa se ele é de origem antrópica ou natural", diz Bastos. Nos rios ele passará da forma inorgânica para a forma orgânica, contaminando a cadeia alimentar. Sabe-se que, nos últimos 150 anos, a quantidade de mercúrio na atmosfera aumentou em mais de 300%, devido sobretudo às atividades industriais relacionadas à produção de carvão mineral.

Garimpeiro manipula mercúrio. Tóxico para a saúde humana, o metal ainda é usado na extração artesanal de ouro

FOTO VICTOR MORIYAMA

"Na Amazônia, quanto mais isolada a população, maior seu consumo de peixe", diz Bastos. No Brasil, a média nacional é de 60 a 90 g diárias. Mas cálculos da equipe da Unir constataram que, em algumas regiões amazônicas, o consumo de pescados *per capita* chega a 406 g ao dia. "Desconheço alguma população no mundo que apresente uma média tão elevada", surpreende-se o pesquisador.

"Mas há aqui uma interrogação", comenta Bastos. "Mesmo sendo o mercúrio um elemento neurotóxico, algumas populações não apresentam os efeitos clássicos da toxicologia mercurial". Pesquisadores acreditam que outros componentes da dieta dos ribeirinhos possam atenuar os danos esperados. "Uma hipótese é que o selênio, presente na castanha-do-pará e frutas locais, evite quadros de contaminação por mercúrio", arrisca o biólogo da Unir, lembrando que essa é ainda uma questão em aberto.

**Mapa da mina** No Brasil, a produção industrial de ouro – a extração em minas de grande porte – concentra-se nos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia. Mas, ao falarmos da extração artesanal, a geografia é outra. Mato Grosso, Pará e Rondônia são os principais estados onde se concentra o garimpo de ouro. Destaque para as bacias dos rios Tapajós e Madeira.

Importante: nas grandes indústrias, a obtenção do ouro não utiliza mercúrio. Mas sim cianeto. Esse composto químico – formado por ligações entre átomos de carbono e nitrogênio – é diluído em uma solução aquosa, que, despejada sobre o minério bruto, provoca reações químicas capazes de diluir os fragmentos de ouro. O metal é então incorporado à solução líquida, e, em seguida, separado por um processo eletrolítico.

Há quem cogite o uso de cianeto – como alternativa ao mercúrio – também no garimpo artesanal. Substituição questionável. "É um processo bastante complexo que, além de exigir cálculos apurados, requer muitos cuidados; e o cianeto também é altamente tóxico", comenta o cientista político Armin Mathis, da Universidade Federal do Pará (UFPA), que há tempos dedica-se ao estudo das relações sociais no garimpo. Cenário que nos remete a uma legítima dúvida: quantas pessoas, atualmente, trabalham no garimpo de ouro?

"Não existem dados oficiais sobre o número de pessoas ligadas à mineração de ouro", informou o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). "E os números extraoficiais são bastante divergentes." O que se sabe é que existem, hoje, 853 registros de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) – documento que permite a extração de ouro em garimpo. E, no momento, o DNPM analisa mais de 16 mil pedidos de permissões desse tipo – solicitadas por empresas ou indivíduos desejosos de tentar a sorte, ou a sobrevivência, na lavra do ouro. "Imagino que existam, hoje, algo em torno de 20 a 30 mil pessoas trabalhando diretamente com o garimpo", estima Mathis. Sejam quais forem os números, é certo que estão aumentando. A recente e assombrosa alta no preço

>>>

FOTO VICTOR MORIYAMA

Rejeitos da extração de ouro, contendo mercúrio, são descartados diretamente nas águas. A cena foi registrada no garimpo Grota Seca, nos arredores de Altamira (PA)

do ouro parece motivar uma sede mineradora sem precedentes na última década (ver 'Ouro e história: números e sedução').

**Alternativas** "Sou favorável à não utilização de mercúrio em qualquer processo, seja industrial ou artesanal", defende Wanderley Bastos. "Quanto menos emissões de mercúrio, menos riscos para o ecossistema e os seres humanos." Para alguns, entretanto, não há alternativas para substituir esse metal. Será? "Alternativas nós temos; mas nenhuma delas é de fácil implementação", comenta o procurador Leonardo Macedo.

"Existem técnicas gravimétricas", lembra Bastos. São métodos que permitem ao garimpeiro separar o ouro do sedimento em uma espécie de mesa vibratória, que ao vibrar separa o cascalho, que é leve, do ouro, mais pesado. Impasse: essas mesas funcionam melhor em terrenos estáveis, e não nas balsas usadas para dragar o leito dos rios. Apesar disso, há casos de sucesso. Em Humaitá (AM), a Cooperativa dos Garimpeiros da Amazônia (Coogam) já usa essa tecnologia em algumas balsas. "Os riscos ambientais são minimizados por se tratar de uma separação mecânica, e não química", diz Geomário Leitão, gerente da cooperativa. "O governo poderia estimular estudos nessa direção", sugere o biólogo da Unir. Mas, mesmo assim, problemas como erosão podem continuar.

**Mercado e conspiração** A Organização das Nações Unidas (ONU) vem coordenando esforços para reduzir ou até restringir as vendas de mercúrio metálico no mundo. "Mas esses esforços vêm sendo frustrados, em parte, por um *lobby* bastante forte dos países em desenvolvimento; e o Brasil é um dos que lideram essa pressão", alfineta Bruce Forsberg, do Inpa. "Mas, como sou

## OURO E HISTÓRIA: NÚMEROS E SEDUÇÃO

Os tempos áureos da mineração se foram. O Brasil foi o maior produtor mundial de ouro entre 1700 e 1850. Estima-se em 16 toneladas a quantidade anual de ouro produzida entre os séculos 15 e 18 no país. Poucos sabem, mas nesse período era comum o emprego do mercúrio metálico nas lavras. "Calcula-se que 200 mil toneladas desse metal foram emitidas para o ecossistema amazônico entre 1540 e 1900", diz Wanderley Bastos.

Foi em 1979 que o Brasil experimentou seu maior ímpeto garimpeiro: a corrida do ouro iniciada com a descoberta das reservas de Serra Pelada (PA). Muitos enriqueceram. E muitos mais deixaram a vida na busca inglória do sonho dourado. Nesse momento, imortalizado nas fotografias de Sebastião Salgado, a produção nacional de ouro, por ano, disparou de 20 toneladas, em média, para atingir, aos fins da década de 1980, mais de 100 toneladas.

Nos anos 1990, houve declínio na produção e chegamos a 2003 com o índice mais baixo das últimas três décadas: 40 toneladas de ouro. Hoje, porém, o mercado internacional se revigora. Desde 2005, o Brasil tem produzido mais ano a ano. Foram 62 toneladas em 2010, e 65 em 2011 (lembrando que são números oficiais, ou seja, contabilizam apenas o ouro extraído legalmente).

Às cifras. Um grama do precioso minério custa, hoje, cerca de R$ 95. O preço dobrou desde 2008, devido, provavelmente, à crise econômica mundial. Seduzido por esse novo momento, o governo brasileiro tem dedicado especial atenção ao setor – investindo pesadamente para dobrar a produção nacional até 2017, o que faria o Brasil subir da 11ª posição para a 7º na produção mundial do minério. Encabeçam a lista China, Austrália, Estados Unidos, Rússia, África do Sul e Peru.

FOTO ACIOMAR IMAMAGACAMPA.COM.BR

Vários rios amazônicos, como o Yuruaní, próximo à fronteira entre Brasil e Venezuela, apresentam elevadas concentrações de mercúrio

## REI DO GARIMPO

No microcosmo da garimpagem, já foi muito comum enriquecer da noite para o dia. É por isso que, no dicionário do lavrador, dois verbos são de especial interesse: bamburrar e blefar. O garimpeiro que blefa é aquele que volta a ser pobre na mesma velocidade com que se tornara rico. "O que eu ganhava de dia eu gastava de noite", conta um garimpeiro da velha guarda. Já o que bamburra é aquele que faz sua pequena fortuna e, de alguma maneira, consegue mantê-la. É o caso do controverso e lendário Zé do Abacaxi – ou Francisco Assis Moreira da Silva –, outrora alcunhado 'rei do garimpo'. É um dos homens mais ricos do ramo. Quem está de olho nele é a Polícia Federal – que desde 2009 investiga a retirada de ouro, sem autorização, em um de seus empreendimentos. O garimpo Rosa de Maio, a 268 km de Manaus (AM), teve as atividades suspensas em 2012, e Zé do Abacaxi foi denunciado por "usurpação de bens da União sem autorização legal". As autoridades calculam que seu garimpo tenha sido responsável por 1.065 ha de terras degradadas nos arredores do rio Parauari. Detalhe: o soberano em questão levava 70% dos lucros totais; enquanto o restante era dividido entre os mais de 200 garimpeiros que trabalhavam para ele. Zé do Abacaxi, que vive hoje em Itaituba (PA), é raro caso de garimpeiro bamburrado. "O mais comum, mesmo, é encontrar os blefados", graceja o biólogo Wanderley Bastos. Ele narra que, no tempo das vacas gordas, alguns garimpeiros chegavam a tirar de 700 g a 1 kg de ouro por dia em alguns locais da Amazônia. "Muitos achavam que a região era inesgotável em ouro; uma riqueza que jamais iria acabar."

gringo, não posso opinar muito", brinca ele, que é estadunidense. Forsberg diz que os maiores interessados em restringir uso e produção de mercúrio são os próprios Estados Unidos – que têm um belo estoque desse metal, estratégico para fins militares. "Se as minas de mercúrio ainda em operação, na China, na Rússia e na Espanha, encerrarem suas atividades, será um ótimo negócio para os norte-americanos, que terão domínio sobre esse mercado", matuta o ecólogo do Inpa. Seriam, pois, os debates sobre mercúrio uma conspiratória estratégia geopolítica? "Depende do quão desconfiado você é", ri Forsberg.

No território da diplomacia, entretanto, otimistas veem promissoras notícias. "O Brasil vem participando da preparação de um instrumento global juridicamente vinculante sobre mercúrio", disse Letícia Reis de Carvalho, diretora do Departamento de Qualidade Ambiental, do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em janeiro passado, representantes de 140 países se reuniram em Genebra (Suíça) para finalizar um documento que orientará políticas internacionais acerca da utilização de mercúrio em garimpo. Estamos falando da Convenção de Minamata – que entrará em vigor em outubro deste ano –, da qual o Brasil será provável signatário.

A convenção fala em "taxas de redução". Carvalho destaca alguns itens: o texto recomenda ações para eliminar processos de amalgamação de minério e queima a céu aberto; prevê formalização da atividade garimpeira e adoção de estratégias para reduzir a exposição ao mercúrio; e, é claro, incentiva estudos sobre alternativas aos métodos tradicionais da lavra garimpeira.

"Controlar o uso do mercúrio no garimpo artesanal de ouro é um desafio para o Brasil", afirma Carvalho. "O governo acredita que formalizar a atividade, diminuir drasticamente a emissão e buscar alternativas propiciará resultados contra o uso indiscriminado desse metal no garimpo." Mas, um momento... O que dizem, afinal, os próprios garimpeiros? "Algum dia o senhor imagina trabalhar sem mercúrio?", perguntou Leonardo Macedo a um deles. "Não", respondeu o velho homem. "Sou garimpeiro há 30 anos, e tanto meu pai quanto meu avô sempre usaram mercúrio. Foi sempre assim".

## Sugestões para leitura


HACON, S. et al. Um panorama dos estudos sobre contaminação por mercúrio na Amazônia legal no período de 1990 a 2005. *Geochimica Brasiliensis*, v. 23, nº 1, 2009.


NA INTERNET


MORIYAMA, V. 'Vila da ressaca: os restos de um sonho dourado'. In *O Eco*, 14/03/2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Mercury: time to act., 2013: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Mercurio/Mercury_TimeToAct_hires.pdf


Acesse o mapa interativo 'Amazônia:contaminação por mercúrio' e a série 'Rastros do mercúrio' na *CH On-line* (www.cienciahoje.org.br)

# RUÍDO QUÂNTICO

## O som permanente do microuniverso

Visto como uma interferência da qual devemos sempre nos livrar, o ruído tem lá sua conotação negativa em nosso dia a dia. No entanto, a investigação de suas fontes pode fornecer material valioso para entender o comportamento global do fenômeno que o está causando.

Economistas fazem isso em relação ao mercado, por exemplo. E os físicos sabem que o entendimento do chamado ruído quântico – próprio do diminuto universo das entidades atômicas e subatômicas – é uma ferramenta útil não só para estudar a natureza da luz e de outros corpúsculos, mas também para desenvolver códigos secretos invioláveis e computadores impensavelmente velozes.

**Antonio Zelaquett Khoury**
*Instituto de Física,*
*Universidade Federal Fluminense*

Imagine uma série de medidas do tempo de queda de um objeto lançado do alto de um prédio. Ainda que você use o mesmo cronômetro e procure garantir as mesmas condições de arremesso, haverá uma pequena diferença entre os diversos tempos medidos. Essas pequenas variações entre os resultados das medidas são denominadas ruído (ou flutuação).

A princípio, ruído parece ser uma interferência indevida e aquilo de que a pessoa que faz um experimento quer se livrar – ou, pelo menos, minimizar bastante. Mas o que governa o ruído? Qual a sua origem? A investigação cuidadosa das fontes de ruído pode revelar que há nelas um mundo de fenômenos inesperados e inacessíveis à mera observação dos valores médios.

Ou seja, o ruído tem conteúdo físico. E, como veremos, útil.

## Grãos de energia

No final do século 19, o estudo da radiação eletromagnética emitida por objetos aquecidos – conhecida como radiação de corpo negro – exigiu uma revisão profunda da teoria eletromagnética no que tange à natureza da luz. Para explicar como a energia desse tipo de radiação se distribui pelas diferentes cores (frequências), o físico alemão Max Planck (1858-1947) propôs que a emissão de energia ocorresse em pacotes (ou *quanta*, do latim). Ou seja, nessa nova proposição, a energia era gerada e absorvida de forma granular.

Essas ideias deram origem à chamada física quântica, teoria que lida com os fenômenos do mundo atômico e subatômico.

Na década de 1920, esses 'grãos' de energia foram denominados fótons. Essa ideia reacendeu um velho debate ainda do século 17, entre o físico inglês Isaac Newton (1642-1727) e o holandês Christiaan Huygens (1629-1695), sobre a natureza da luz. O primeiro propunha que a luz fosse composta de corpúsculos, enquanto o segundo sustentava que ela era uma onda.

Experimentos propostos pelo físico inglês Thomas Young (1773-1829) demonstraram, de modo irrefutável, a natureza ondulatória da luz. A corrente corpuscular, no entanto, voltou à cena com um artigo publicado em 1905 por Albert Einstein (1879-1955), no qual esse físico de origem alemã propôs que a luz (ou seja, a radiação eletromagnética) é formada por corpúsculos – os *quanta* de Planck.

>>>

FOTO LATINSTOCK/MAURITIUS

**Natureza dual** Tanto a natureza ondulatória quanto a corpuscular da luz haviam sido comprovadas de modo irrefutável. Portanto, a ideia da luz composta por pacotes de energia não poderia excluir a natureza ondulatória. Dessa necessidade de conciliação surge, também na década de 1920, um novo conceito: a dualidade onda-partícula, para designar a propriedade de um objeto que exibe o comportamento ondulatório, mas transporta, como um corpúsculo, uma quantidade bem definida de energia.

Denominamos fóton o constituinte elementar da radiação eletromagnética que exibe a dualidade onda-partícula. É interessante ressaltar que, posteriormente, a natureza dual foi estendida às partículas materiais, como elétron, próton e nêutron, e até mesmo ao som (fônons).

A dualidade onda-partícula se torna explícita na relação entre a quantidade de energia transportada em cada pacote e a cor do feixe luminoso. De fato, enquanto a noção de transporte de energia por pacotes é corpuscular, a teoria ondulatória associa a cor de um feixe luminoso à frequência da onda.

A hipótese de Planck propõe que a energia de cada pacote (*quantum*) seja proporcional à frequência – $E = h.f$, onde h é a chamada constante de Planck, um número muito pequeno. Assim, por exemplo, um fóton azul transporta mais energia do que um vermelho, pois este tem frequência menor que aquele. Portanto, a hipótese de Planck conectou dois conceitos até então considerados antagônicos.

**A incerteza** A natureza dual da luz e da matéria pode ser vista ainda por outra perspectiva de grande importância: o princípio de incerteza, idealizado pelo físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976).

Esse princípio estabelece que certas grandezas físicas não podem ser determinadas simultaneamente com precisão absoluta, isto é, ao tentarmos reproduzir um experimento em condições idênticas, as medidas dessas grandezas exibirão resultados com flutuações inevitáveis. Esse é, por exemplo, o caso da posição e da velocidade – mais especificamente, da quantidade de movimento, que é o produto da massa pela velocidade – de uma partícula.

Na prática, o princípio da incerteza se manifesta assim: se tentarmos localizar uma partícula em um experimento, perderemos, inevitavelmente, informação sobre sua velocidade. E vice-versa. Em outras palavras: a tentativa de remover o ruído de uma das grandezas gera ruído na outra.

Mas qual a relação desse princípio com a dualidade onda-partícula?

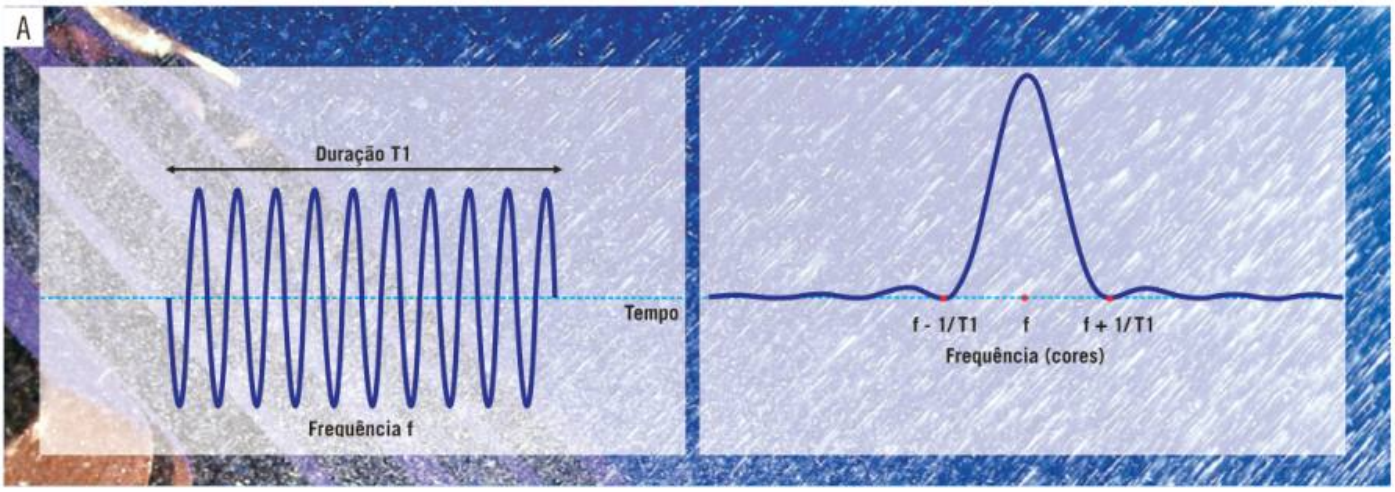
A teoria nos ensina que uma onda com certa duração temporal (o som de um estalar de dedos ou um pulso de luz, por exemplo) requer a superposição de várias frequências (cores). Portanto, quanto mais localizada for a onda – isto é, quanto mais curto for o pulso –, mais frequências estarão presentes (figura). E, pela relação estabelecida por Planck entre energia e frequência, a ocorrência de várias frequências implica desconhecimento (ruído) da energia associada à onda.

Há aqui um aspecto muito importante que deve desde já ser ressaltado: quando estamos lidando com entidades quânticas – isto é, aquelas cujas dimensões são atômicas ou subatômicas –, o ruído deixa de ser uma limitação técnica – inerente, por exemplo, ao aparelho de medida usado –, para se tornar algo fundamental, imposto pela natureza quântica tanto da luz quanto da matéria.

**Chuva no telhado** Na década de 1970, um experimento feito por Jeff Kimble, Mario Dagenais e Leonard Mandel, na Universidade de Rochester (EUA), marca o início de uma série de estudos que dão origem à óptica quântica, área que estuda os fenômenos ópticos que requerem o conceito de fóton.

CEDIDO PELOS AUTORES

Uma onda de duração temporal infinita tem uma cor (frequência) bem definida. Mas, se a transformarmos em um pulso de duração limitada (A), sua energia se distribui por uma faixa de frequências (ruído) em torno da frequência central (f). Essa faixa será tão menor quanto maior for a duração do pulso. Quanto mais curto for um pulso (B), mais larga será a faixa de frequências pela qual a energia irá se distribuir, pois mais cores secundárias estarão presentes



Nesse experimento, um *laser* fornece energia (na forma de fótons) para os átomos. Cada átomo, ao ganhar energia, torna-se excitado (mais energético), para, em seguida, reemitir o fóton absorvido, retornando ao estado dito fundamental. O fenômeno da emissão de fótons por átomos excitados é conhecido como fluorescência.

Nesse contexto, a natureza granular da fluorescência pode ser investigada por meio do ruído do fluxo de fótons produzido. Assim como podemos identificar gotas de chuva por meio do ruído causado ao impactarem um telhado, a natureza granular da radiação composta por fótons pode ser evidenciada pelo ruído eletrônico causado pela luz em um detector.

Em geral, os detectores de luz funcionam assim: os fótons detectados transferem energia aos elétrons do material do detector, formando uma corrente elétrica. À medida que mais fótons são absorvidos pelo detector, mais elétrons são inseridos na corrente. Nesse processo, não só a energia dos fótons é transmitida para os elétrons, mas também o ruído presente neles.

Mas e se considerássemos, no fenômeno acima, a luz não como um corpúsculo, mas como uma onda?

Em tese, aquele processo pode ser estudado usando-se um modelo puramente ondulatório para a luz. De fato, uma onda sem ruído algum representa um fluxo contínuo e constante de energia, mas a inserção de um elétron na corrente de detecção é um evento pontual, cujo instante de ocorrência é imprevisível. Nesse caso, mesmo que consideremos a luz uma onda 'perfeita' – isto é, sem qualquer ruído –, a corrente elétrica resultante da detecção ainda teria um ruído fundamental associado a ela, por ser composta por um fluxo de partículas (elétrons) que são inseridas na corrente de forma desordenada.

Esse 'ruído fundamental' tem a mesma natureza que o ruído causado pelo impacto desordenado de partículas sobre uma superfície, como as gotas de chuva em um telhado, sendo, por isso, chamado ruído de impacto (*shot noise*, em inglês) ou ruído balístico.

Encontramo-nos, assim, em cenário pouco otimista: afinal, ainda que a onda luminosa esteja livre de ruídos, a corrente elétrica produzida por ela estará sujeita ao ruído balístico.

Podemos fazer melhor? Sim, como veremos.

## Ruído quântico

Felizmente, o conceito de fóton abre possibilidades ausentes em uma teoria puramente ondulatória para a luz. Do ponto de vista da teoria quântica, podemos interpretar o ruído balístico como originado pela incidência aleatória de fótons no detector.

Mas e se ordenássemos o fluxo de fótons no feixe luminoso? Poderíamos, assim, produzir uma corrente elétrica no detector com ruído inferior ao ruído balístico?

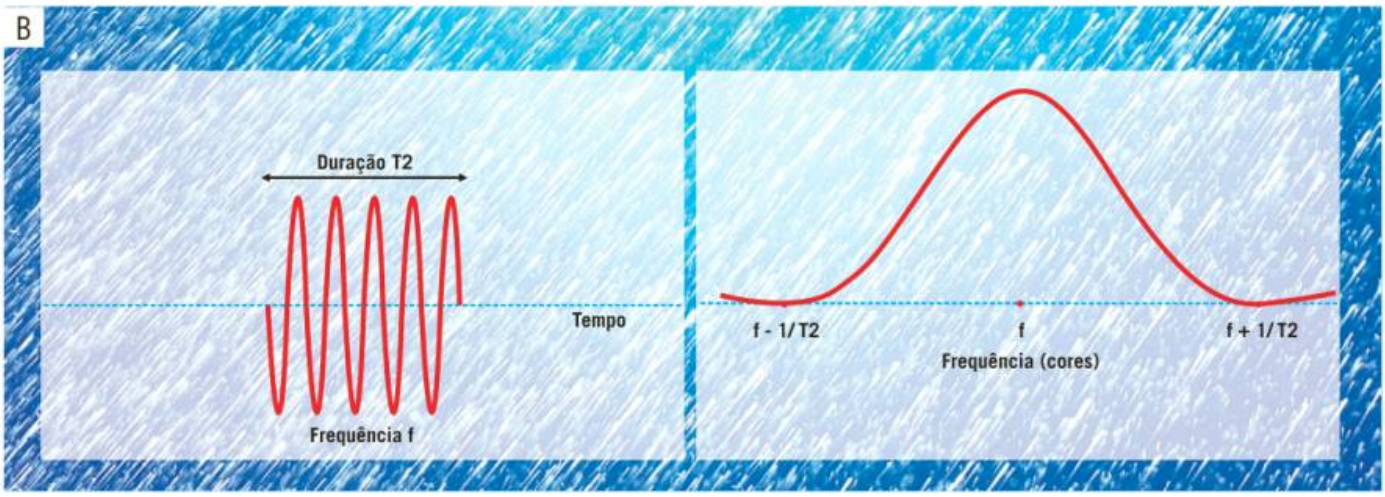
Sim, isso é possível. E o ruído resultante é o chamado ruído quântico, que só pode ser concebível se considerarmos a luz como um fluxo ordenado e granular – ou seja, formada por corpúsculos (fótons).

Mas como produzi-lo?

No experimento realizado por Kimble, Dagenais e Mandel em 1977, um feixe de átomos atravessa um *laser*. Nessa passagem, cada átomo absorve um fóton e, depois de uma diminuta fração de tempo, reemite-o em uma direção qualquer do espaço. Esse fenômeno é chamado espalhamento.

No espalhamento, os fótons reemitidos – tecnicamente, ditos espalhados – são detectados em intervalos aproximadamente regulares. Estendendo nossa analogia, passamos, então, da aleatoriedade das gotas de chuva em um telhado para uma torneira pingando com regularidade.

Uma diferença fundamental entre os impactos aleatórios e os regulares é que, no primeiro caso, dois impactos sucessivos, um logo após o outro, ocorrem com muita frequência, enquanto, no caso regular, eles são muito raros. Neste sentido, o fenômeno observado por Kimble, Dagenais e Mandel é denominado 'antiagrupamento' (*antibunching*, em inglês). Com base na teoria ondulatória da luz, não seria possível explicar esse fenômeno. >>>



**Propriedade fascinante** Contudo, a interpretação quântica da luz enseja efeitos ainda mais surpreendentes quando estudamos as relações recíprocas (correlações, no vocabulário da física) entre diferentes feixes de luz. Nesse ponto, é útil retornarmos mais uma vez à analogia com os impactos desordenados das gotas de chuva. Mas, agora, sobre dois telhados diferentes.

Se registrarmos os impactos nos dois telhados, certamente observaremos algumas correlações acidentais – ou seja, impactos simultâneos –, mesmo que, por hipótese, as gotas cheguem aos dois telhados desordenadamente. Da mesma forma, podemos pensar na inserção de elétrons nas correntes produzidas por dois detectores de luz, cada um extraindo energia de um feixe luminoso diferente.

Em uma teoria puramente ondulatória, a inserção de elétrons em cada uma das correntes ocorrerá em instantes aleatórios, ainda que os dois feixes sejam completamente destituídos de ruído. Ou seja, o melhor que podemos conseguir são correlações acidentais.

Mas, novamente, a teoria quântica traz a possibilidade de produzirmos feixes com fluxos de fótons correlacionados. Vejamos.

Certos tipos de cristais têm propriedades ópticas especiais: eles são capazes de converter energia luminosa de uma cor em outra. Por exemplo, o cristal pode transformar uma pequena fração da energia de um *laser* azul em novos feixes de infravermelho – o infravermelho é a radiação eletromagnética com energia um pouco inferior à da cor vermelha; portanto, invisível para os olhos humanos.

O conceito de fóton permite uma interpretação simples e elegante desse fenômeno. Segundo a teoria quântica, alguns fótons de alta energia do *laser* azul são transformados pelo cristal em pares de fótons infravermelhos. Como dissemos, a natureza dual da luz é expressa na relação entre a energia dos fótons e a frequência (cor) do feixe a que correspondem. Assim, nesse processo de transformação de cores no cristal, cada fóton removido do *laser* azul dá origem a dois fótons infravermelhos de energias mais baixas, mas cuja energia total se iguala à do fóton azul removido. Ou seja, nessa transformação, a energia é conservada.

A geração de fótons em pares produz correlações entre os feixes gerados que só podem ser explicadas pela teoria quântica – e não pela óptica ondulatória, também dita clássica. Essas correlações são conhecidas como emaranhamento e desempenham papel crucial como recurso para a informação e computação quântica, áreas em que se vislumbram, por exemplo, a geração e troca de códigos secretos invioláveis e a construção de computadores muito mais velozes que os computadores atuais.

Contudo, o emaranhamento – propriedade fascinante do mundo quântico – é extremamente frágil frente à ação de agentes externos (ambiente). Torna-se, assim, imperativo o controle da ação do meio, bem como o desenvolvimento de técnicas de proteção das correlações e de correção dos erros causados por eventuais fontes de ruído.

Nesse cenário, o entendimento do ruído pela perspectiva da teoria quântica se torna imprescindível. CH

## BRASIL: TRÊS DÉCADAS DE TRADIÇÃO

No Brasil, a área de óptica quântica se iniciou, na década de 1980, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e, desde então, tem tido um desenvolvimento expressivo, com a formação de grupos de pesquisa em diversas instituições brasileiras.

Atualmente, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Informação Quântica reúne um número expressivo de pesquisadores – entre eles o autor deste artigo – de diferentes instituições, dedicados ao estudo do emaranhamento quântico e suas potenciais aplicações à transmissão e ao processamento de informação.

## Sugestões para leitura

DAVIDOVICH, L. 'Informação quântica: do teletransporte ao computador quântico'. *CH* 206 (2004).
TOLEDO PIZA, A. F. R. 'Mecânica quântica: uma nova imagem do mundo'. *CH* 213 (2005).
PESSOA JR., O. 'As interpretações da mecânica quântica'. *CH* 250 (2008).
OLIVEIRA, I. dos S. 'A natureza da realidade quântica'. *CH* 282 (2011).
PINTO NETO, N. 'A mecânica quântica em construção'. *CH* 290 (2012).

FOTO CICERO RODRIGUES

# RETRATOS

*O autorretrato foi associado à emergência da moderna noção de indivíduo, e considerado o traço verdadeiramente inovador do retrato renascentista*

No Renascimento, disseminou-se o hábito de retratar pessoas. Até então, os retratos, mais raros, nem sempre se pareciam com os modelos. Como lembrou o historiador da arte Enrico Castelnuovo em *Retrato e sociedade na arte italiana*, registravam-se 'tipos' mais do que fisionomias: rostos de reis ou de papas obedeciam a cânones, e isto era o que importava em primeiro lugar. As esculturas fixaram os traços e características dos modelos antes da pintura, a exemplo do extraordinário 'retrato' de Bartolomeo Colleoni (c.1395-1475), célebre líder mercenário bergamasco que serviu, entre outros, a República de Veneza. Montado em um cavalo que parece querer alçar voo, sua expressão feroz foi fixada por Verrocchio (1435-1488).

Em Florença, os retratos de personagens ilustres primeiro povoaram afrescos de temas sacros. No quadro *O cortejo dos reis magos*, de Benozzo Gozzoli (1421-1497), figuram os Médicis – Cosme, Pedro e o jovem Lourenço –, ao lado de quem o pintor retratou a si próprio. O autorretrato começava a se difundir, e outros florentinos, como Botticelli (1445-1510) e Ghirlandaio (1449-1494), praticaram-no, sempre diluído em cenas maiores. Esse registro de si foi associado à emergência da moderna noção de indivíduo, e considerado o traço verdadeiramente inovador do retrato renascentista. Nos séculos posteriores, todo pintor que se prezasse deixaria ao menos um autorretrato. Rembrandt (1606-1669) deixou cerca de 50.

Entre os principais retratos do Renascimento estão o do doge Leonardo Loredano, pintado por Giovanni Bellini (c.1430-1516), e o do Papa Júlio II, de autoria de Rafael (1483-1520). Contudo, foi o *Retrato de Carlos VII*, de Jean Fouquet (1420-1481), feito entre 1450 e 1455 na França, que fixou a forma de se representar um homem de Estado. Sem cetro ou coroa, vestido de vermelho, chapéu de veludo azul à cabeça, o monarca é oferecido ao olhar do expectador sob uma cortina branca que se abre para expô-lo, o busto frontal cortado na cintura, como os ícones e certas representações do Cristo: detalhes estudados, a evocar a sacralidade do poder real.

Pintar figuras reais tornou-se cada vez mais importante não apenas para atender desígnios dinásticos – a escolha de cônjuges em cortes estrangeiras –, mas, sobretudo, para representar o rei a distância. *A reconquista da Bahia*, pintado por Juan Bautista Maino (1581-1649) para comemorar a vitória de 1625 sobre os holandeses no Brasil, então sob domínio da Espanha, exibe, ao fundo, a baía de Todos os Santos ocupada pela frota espanhola. No plano médio, o general Fradique de Toledo, artífice da reconquista, apresenta o retrato de Filipe IV, ladeado pela figura alegórica da Vitória e pela do conde de Olivares, ministro real. Sobre um pedestal, o quadro está protegido por um dossel, como se fosse o monarca em pessoa. No primeiro plano, de joelhos, a população de Salvador reverencia o rei ausente.

Ao longo do século 16, personagens menos importantes ganharam retratos. Em *Il sarto*, de Giovanni Battista Moroni (c.1520-1578), o alfaiate é captado no trabalho, com seus moldes, giz, tesoura. Embora alguns, como Aretino, vociferassem contra aqueles tempos execráveis, em que até alfaiates e açougueiros podiam se imortalizar em pinturas, Moroni abraçava tendência própria ao final do século 16: o pintor deveria deixar de lado as regras da oratória, que enaltecia ou diminuía o objeto, e, como o historiador, narrar o fato como ele se apresentava.

Por isso é extraordinário que, entre 1470 e 1480, se pintassem em Portugal os painéis conhecidos como de São Vicente de Fora: retrato coletivo de um povo, com seus burgueses, eclesiásticos, príncipes – está ali Dom Henrique, o Navegador –, pescadores, mulheres velhas. Não se tem bem certeza se o autor foi Nuno Gonçalves ou até um pintor flamengo. O que interessa, acima de tudo, é o coletivo que se impõe ao indivíduo, permitindo até que se cogite, com boa dose de anacronismo, mas sem dúvida, com muita plausibilidade, achar-se ali representada a nação portuguesa. CH

**LAURA DE MELLO E SOUZA**
Departamento de História,
Universidade de São Paulo

# POR UM FUTURO MENOS INCERTO

## PROGRAMA DE COMPUTADOR AUXILIA PESQUISAS EM DIVERSAS ÁREAS AO SIMULAR CENÁRIOS CLIMÁTICOS PARA AS PRÓXIMAS DÉCADAS

Qual será a temperatura média e a probabilidade de chuva na cidade de Curitiba no dia 22 de maio de 2097? Um programa de computação criado por pesquisadores da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), torna possível responder a esse tipo de pergunta com grande chance de acerto. Em aprimoramento há mais de uma década, o programa baseia-se em modelos probabilísticos e em breve deve ser disponibilizado para uso livre em diferentes áreas de pesquisa. No momento, ajuda instituições paranaenses a se preparar para os efeitos das mudanças climáticas.

Para projetar um cenário futuro, o *software*, chamado PGEClima_R, precisa primeiramente de dados históricos de determinada localidade: radiação solar, umidade relativa do ar, regime de chuvas e temperaturas mínima e máxima. Com essas informações, pode simular o comportamento futuro do clima no dia a dia e até criar cenários para uma data específica a partir da alteração de uma das variáveis.

A metodologia do programa foi criada pelo matemático e agrônomo Jorim Sousa das Virgens Filho, do Departamento de Matemática e Estatística da UEPG. Desde 2010, tem sido usado em um estudo que antecipa o impacto das mudanças climáticas nos setores agropecuário, florestal e energético em 28 regiões do Paraná. O *software* usa uma base de dados climáticos coletados durante 30 anos por estações meteorológicas do Instituto Tecnológico Simepar e do Instituto Agronômico do Paraná, vinculados à administração estadual. Foram consideradas as previsões do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) em seu último relatório, de 2007, que sugerem aumento médio da temperatura de 1,8°C a 4°C nos próximos 90 anos.

De modo geral, o estudo, feito por pesquisadores de uma rede de instituições, revelou que a precipitação pluvial pode aumentar em 10% para cada grau Celsius que a temperatura subir. "Na melhor das situações, o volume de chuvas deve subir 18% até o fim do século", explica Virgens. A conclusão permite, por exemplo, adotar medidas mais adequadas de prevenção a enchentes em áreas de risco. Culturas agrícolas, como as de café, feijão e milho, também podem ser impactadas – provavelmente terão de ser deslocadas para regiões mais ao sul do estado.

No programa, é possível prever os valores de precipitação, assim como os de temperatura, radiação solar e umidade de qualquer dia específico até lá. "Naturalmente, cada cenário é uma projeção, que pode ou não se concretizar", ressalta o matemático. O estudo sobre o impacto das mudanças climáticas no Paraná está em fase de conclusão e deve ser finalizado no segundo semestre. Os dados podem ainda ter de ser atualizados no final de 2013, quando o IPCC lançará um novo relatório de previsão climática global.

Chuva em Toledo, no oeste do Paraná. A partir de dados do último relatório do IPCC, o *software* calcula que volume de chuvas pode aumentar até 40% no fim do século

FOTO IVAN ROBERTO MILLERS/CC BY 2.0

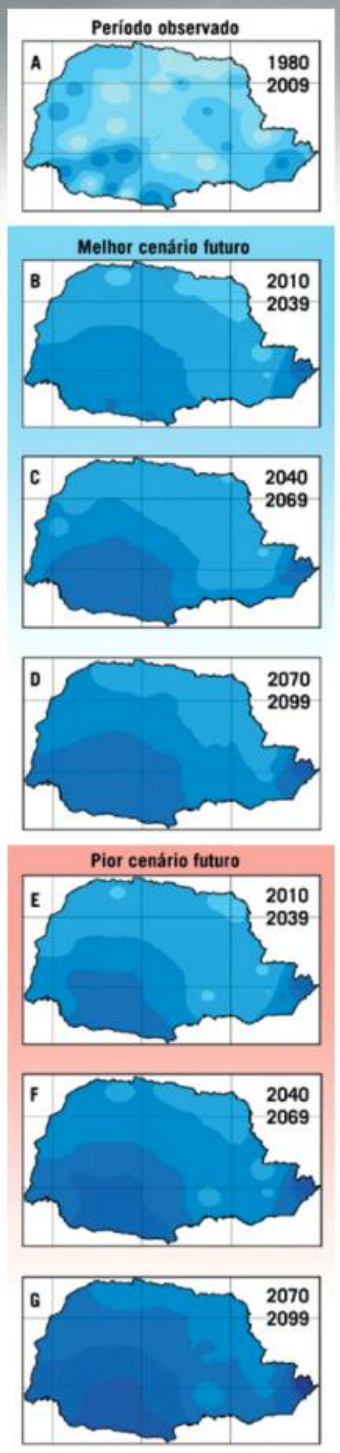



IMAGEM JORIM SOUSA DAS VIRGÊNS FILHO/UEPG

O mapa A mostra a quantidade de chuva no Paraná entre 1980 e 2009 (quanto mais escuro, maior o volume). B, C e D são projeções da chuva nos períodos 2010-2039, 2040-2069 e 2070-2099, respectivamente, levando-se em consideração aumento global da temperatura de 1,8°C (melhor cenário conforme último relatório do IPCC). Os mapas E, F e G são projeções para os mesmos períodos, porém levando-se em conta incremento da temperatura de 4°C (pior cenário segundo o IPCC)

# Brasil cria modelo climático global

Um modelo climático que considera peculiaridades de nosso país, como as correntes vindas do oceano Atlântico e o impacto da floresta amazônica. Foi esta a motivação para o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM, na sigla em inglês), que reunirá informações sobre a atuação de hidrologias de superfície, biomas brasileiros, agricultura e queimadas no clima.

"Alguns modelos chamados de sistemas terrestres já têm essa abordagem, mas não são aplicáveis ao tipo de solo e vegetação que se tem no Brasil", revela o meteorologista Paulo Nobre, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e um dos coordenadores do projeto. O desenvolvimento do novo modelo possibilitará melhorar a previsão de temperatura da superfície do mar no Atlântico Sul e de precipitação na América do Sul nas escalas de alguns meses a várias décadas, gerando cenários de mudanças climáticas para o Brasil.

Uma versão preliminar do BESM – a versão acoplada oceano-atmosfera global – foi concluída em fevereiro último, e contou com apoio da Rede Brasileira de Pesquisas em Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima), do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Mudanças Climáticas (INCT-MC) e do Programa Fapesp de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG), que se juntaram para dar origem ao modelo vigente.

Já em 1996, pesquisadores do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Inpe iniciaram o desenvolvimento de um modelo de previsão climática dos trópicos, mas faltava torná-lo global. Isso foi possível com a representação do gelo marinho dos polos, presente no BESM. Nobre explica, no entanto, que ainda há limitações no modelo: "Nenhum dos modelos disponíveis consegue simular bem o oceano Atlântico tropical, o que prejudica a previsão da zona de convergência intertropical, principal fenômeno causador de chuvas no Nordeste brasileiro". Apesar de se encontrar em fase de desenvolvimento, resultados do BESM-OA já estão disponíveis na página do Inpe (http://opendap.ccst.inpe.br/exp042_slice/) e podem ser usados inclusive por outros países. "Com esse avanço, todo o planeta ganha", alegra-se Nobre.

CAMILLE DORNELLES | ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | RJ

**OUTRAS APLICAÇÕES** Aparentemente de aplicação bastante restrita, o PGEClima_R pode auxiliar pesquisas em diferentes áreas, como energia e saúde. Em 2010, Virgens usou o programa para projetar o crescimento de árvores em regiões de florestas ombrófilas mistas a partir de variáveis climáticas. "Da mesma forma, é possível calcular o potencial de energia solar que pode ser aproveitada, a partir de séries históricas de radiação", afirma o pesquisador. Na área de engenharia civil, esse dado pode levar à construção de edificações com mais conforto térmico.

Projetos de construção de barragem ou de drenagem urbana, que dependem de projeções da quantidade de chuva, e até estudos de epidemiologia em que doenças estejam relacionadas com o comportamento do clima, também já tiveram participação do *software*. Com estudantes de engenharia da computação da UEPG, Virgens trabalha em uma nova versão do programa, que incluirá em seu algoritmo a variável vento. "Isso permitirá projeções sobre potencial de watts-hora de energia eólica que se pode obter", diz. Ainda este ano, o PGEClima_R deverá ser disponibilizado livremente para a comunidade científica para ser baixado pela internet.

CÉLIO YANO | *CIÊNCIA HOJE* | PR

# PRECIOSO VENENO

## MÉTODO ÁGIL DE EXTRAÇÃO DA PEÇONHA DE FORMIGAS-LAVA-PÉS PODE ACELERAR PESQUISAS COM NOVOS FÁRMACOS

O veneno das formigas-lava-pés, também chamadas de formigas-de-fogo, é bastante cobiçado por pesquisadores da área da toxicologia. Isso porque seus componentes podem vir a ser úteis à produção de novos fármacos e pesticidas. A dificuldade de extração de quantidades significativas de venenos de pequenos artrópodes – como essas formigas do gênero *Solenopsis* –, porém, tem sido um obstáculo para a pesquisa em laboratório.

Pensando nisso, um grupo de pesquisadores brasileiros desenvolveu um novo método para a captura de proteínas desse veneno. O biólogo Eduardo G. P. Fox, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), principal autor do artigo publicado em fevereiro deste ano na revista *Toxicon*, explica que o processo consiste em colocar grande quantidade de formigas-lava-pés em contato com um solvente apolar, provocando-as, desse modo, a liberar seu veneno instintivamente.

O processo começa com a retirada de parte da população do formigueiro, que é colocada em um balde com antiaderente. Em seguida, uma torneira despeja lentamente água no recipiente, uma gota a cada dois segundos, a fim de separar os insetos da terra. "Isso leva cerca de três horas, mas, ao final, todas as formigas estão completamente isoladas, boiando na água, devido à grossa camada de cera que elas têm", descreve Fox.

O segundo passo é a colocação dos indivíduos em contato com um solvente orgânico bastante apolar, como o hexano, com uma pequena quantidade de água. "Além de não se misturar com a água, a substância faz com que as formigas liberem seu veneno", conta o biólogo. "Em aproximadamente 10 minutos é possível coletar 500 miligramas de veneno total", contabiliza. Para essa quantidade são necessárias cerca de 150 mil formigas, mas o pesquisador informa que menos da metade de um formigueiro comum já tem esse montante.

**ESTUDOS COM PROTEÍNAS** O resultado é uma mistura bifásica, com os alcaloides do veneno e ceras das formigas na fase superior apolar e as proteínas na fase inferior aquosa. "Essas duas fases são facilmente separadas, usando uma pipeta ou um funil", diz o pesquisador. A separação das proteínas da água pode ser feita por meio de um processo de evaporação frio conhecido como liofilização.

O estudo começou há três anos, com pesquisa bibliográfica sobre métodos de extração de veneno dessas formigas no Brasil e no exterior. "Encontramos poucos artigos, todos produzidos nos Estados Unidos. Os métodos em uso levam muitas semanas de trabalho, e nenhum é simples e ágil como o que desenvolvemos", revela.

Fox acredita que o método, que vem sendo testado no Laboratório de Entomologia Médica do Instituto de Biofísica da UFRJ, vai substituir os atuais processos nos laboratórios pela facilidade e economia de tempo. "O modo mais usado hoje é a retirada do veneno das formigas uma a uma, por um tubo capilar ou por dissecção", diz. Segundo ele, é possível adaptar esse processo para obter veneno de outros artrópodes agressivos de pequeno porte, como outras formigas e vespas. A novidade poderá acelerar os estudos com proteínas de venenos, ainda escassos no país.

CAMILLE DORNELLES | ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | RJ

FOTO EDUARDO G. P. FOX

As formigas-lava-pés são também chamadas de formigas-de-fogo por sua temida picada. Seu veneno é alvo importante para a pesquisa de novos pesticidas e medicamentos

# DE MÃE PARA FILHO

## TRANSMISSÃO VERTICAL DO HIV É PRINCIPAL FORMA DE CONTAMINAÇÃO DE BEBÊS E CRIANÇAS

Apesar de o Brasil ser considerado referência no tratamento da Aids, a transmissão materno-infantil do vírus da imunodeficiência humana (HIV) permanece alta: ela ocorre em 25% das crianças nascidas de mães infectadas. Mas por que isso acontece se há, no país, gratuidade das medidas preventivas, como antirretroviral e aleitamento artificial? Pesquisa realizada em uma unidade de referência no Recife (PE), de 2000 a 2009, analisou dados de 1.200 crianças expostas a esse tipo de transmissão para buscar respostas para essa pergunta.

Uma das maiores barreiras identificadas no estudo, desenvolvido por Pedro Alves da Cruz Gouveia durante o mestrado em Medicina Tropical na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), é o fato de boa parte das gestantes infectadas chegar ao parto ainda sem saber da sua condição. Essa dificuldade no diagnóstico revela o alcance insuficiente da rede pública de saúde, em especial nas regiões mais carentes do país. "Não adianta o Ministério da Saúde aplicar um protocolo eficaz e fornecer insumos caros, como antirretrovirais e leite artificial, se a rede hospitalar é insuficiente", afirma Gouveia.

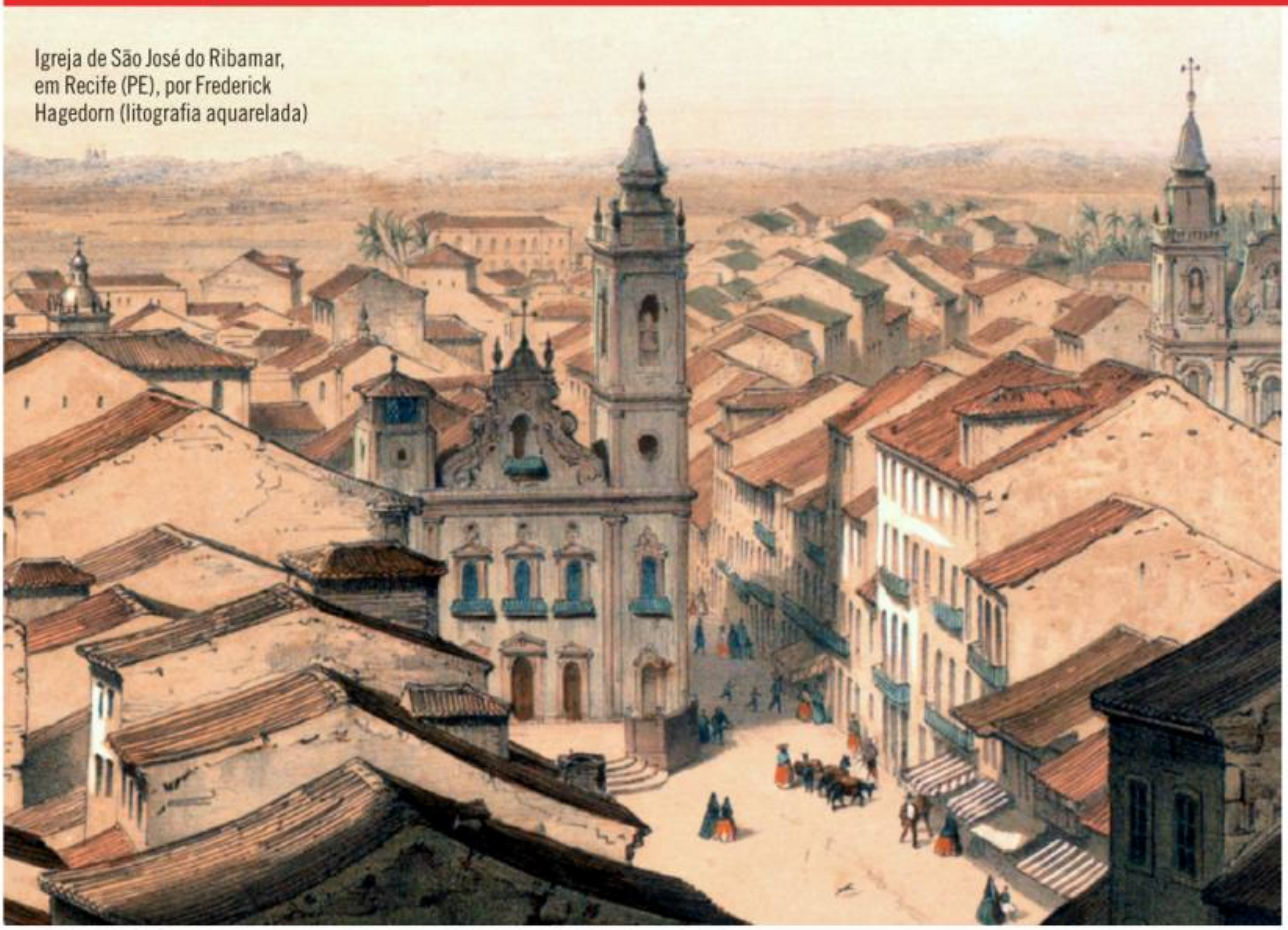
O pesquisador refere-se ao protocolo para prevenção de transmissão materno-infantil de HIV e sífilis do Ministério da Saúde. Segundo ele, os métodos preconizados no protocolo, apesar de eficazes e com potencial para reduzir para menos de 1% a transmissão, não atingem a população de maneira plena, pois o acesso a eles é distribuído de forma desigual nas diferentes regiões do país. Por isso, principalmente na região Nordeste, ainda é alta a transmissão materno-infantil do vírus. No Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (Imip), no Recife, onde o estudo foi realizado, Gouveia encontrou uma taxa de transmissão materno-infantil de 9,16%.

**DIAGNÓSTICO RÁPIDO** A transmissão materno-infantil do HIV pode ocorrer no útero, durante a gestação (via placenta ou líquido amniótico), no parto normal (pelo contato com sangue ou secreções) ou no pós-parto (por meio do aleitamento). Assim, as recomendações para as mães infectadas com o vírus são tratamento com antirretrovirais durante a gestação, parto cesariano e, no lugar do leite materno, utilizar fórmulas especiais para alimentação do bebê.

"A identificação precoce das gestantes infectadas é necessária para que a prevenção possa ocorrer em tempo hábil", observa Gouveia. Uma das estratégias do Ministério da Saúde é a aplicação do diagnóstico rápido nos postos de saúde, reunindo num mesmo dia consulta, diagnóstico e aconselhamento, com encaminhamento da gestante para um centro especializado. Além da aplicação mais disseminada dessas medidas, o pesquisador propõe mais investimento nas maternidades públicas e a descentralização das unidades especializadas pelas regiões menos assistidas, sobretudo no interior e nas pequenas cidades do país.

Gouveia chama a atenção ainda para a incidência crescente da Aids entre as mulheres. No início da epidemia, nos anos 1980, o número de homens contaminados superava em muito o de mulheres – a taxa era de uma mulher para cada 28 homens contaminados. Já em 2010, a proporção era de uma mulher para cada 1,3 homem. "Mulheres pobres, com baixa escolaridade e moradoras da região Nordeste são as mais afetadas no Brasil", informa Gouveia, que publicou os resultados do estudo na revista *Tropical Medicine and International Health*.

VITOR RIBEIRO | *CIÊNCIA HOJE* | RJ



Igreja de São José do Ribamar, em Recife (PE), por Frederick Hagedorn (litografia aquarelada)

CRÉDITO: FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, CEHIBRA, DIRETORIA DE DOCUMENTAÇÃO

# IRMÃOS DE COR

## PESQUISADOR RESGATA A HISTÓRIA DE DESCENDENTES DE ESCRAVOS QUE CONSTRUÍRAM SUA PRÓPRIA CIDADANIA

Vem dos tempos antigos a ideia de que o trabalho manual é algo 'inferior'. Mas esse estigma foi desafiado por trabalhadores negros que, no Recife oitocentista, construíram a própria história de cidadania. Eram pedreiros e carpinas. Especializados em serviços de construção e edificação, valorizavam sua atividade: o trabalho em canteiros de obras era, para eles, sinônimo de orgulho, dignidade, precisão e inteligência. Organizaram então uma singular estrutura associativa, dedicada a práticas de auxílio mútuo e escolarização. À noite, aqueles homens negros e livres – marcados pelo estigma da escravidão em uma sociedade ainda escravista – reuniam-se para aperfeiçoar conhecimentos e habilidades em aulas de aritmética, geometria plana e língua francesa.

"Para escaparem daqueles estigmas, havia entre eles a convicção de que o trabalho mecânico deveria ser conduzido por um intelecto cada vez mais aperfeiçoado pelo conhecimento sistematizado teoricamente", conta o historiador Marcelo Mac Cord, que dedicou seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) ao estudo do tema. Sua tese resultou no livro *Artífices da cidadania* (editora Unicamp), que, em narrativa envolvente, explora em minúcias o universo peculiar desses trabalhadores negros.

Vale lembrar: muitos africanos e seus descendentes conquistaram a liberdade por meio de lutas travadas mesmo antes da abolição, declarada em 13 de maio de 1888. Nesse ano, somente 15% dos negros ainda eram escravos. A maior parte já era livre (o fim do tráfico se deu em 1850, e a Lei do Ventre Livre entrou em vigor em 1871).

FOTOS ACERVO DA FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL – BRASIL

Palacete do Liceu de Artes e Ofícios do Recife, em 1880

Membros da Sociedade dos Artistas Mecânicos e Liberais no Palacete do Liceu de Artes e Ofícios do Recife, em 1880

**ASSOCIATIVISMO NEGRO** A história principia em meados do século 18. Num bairro habitado por descendentes de escravos, em Recife, havia uma irmandade religiosa – a Irmandade de São José do Ribamar – que, frequentada por trabalhadores livres e escravos, ganhara do rei de Portugal o privilégio de ser uma corporação de ofício. A partir de então, a irmandade tornou-se o cerne da organização social dos pedreiros, marceneiros e afins. Décadas adiante, já em 1841, fundaram o que entraria para a história como Sociedade das Artes Mecânicas (posteriormente desvinculada da Igreja e rebatizada como Sociedade das Artes Mecânicas e Liberais).

Essa associação cumpria duplo papel: proporcionava aulas noturnas aos artífices desejosos de aperfeiçoamento intelectual e organizava sistemas mutualistas de ajuda financeira entre os membros. Que de fato ascenderam na pirâmide social. "Desde os primeiros anos de funcionamento do grupo, os trabalhadores de pele escura conquistaram prestigiosos espaços na sociedade recifense", diz Mac Cord. Sua tese questiona as velhas interpretações históricas generalizantes que apregoavam ser impossível a mobilidade social entre os descendentes de escravos que já eram livres. "Eles conseguiram, sim, driblar importantes limites sociais que foram impostos a seus 'irmãos de cor'."

Foi em 1871 – 17 anos antes da abolição da escravatura – que a associação conseguiu o que talvez tenha sido um de seus maiores trunfos: a criação do respeitado Liceu de Artes e Ofícios de Recife. "Assim entrou definitivamente para o *establishment* pernambucano, assumindo a missão de participar ativamente das políticas nacionais de 'instrução popular'", diz o pesquisador.

O estudo desse momento histórico valeu à tese de Mac Cord três importantes láureas: Prêmio Capes 2010; Prêmio Coleção Várias Histórias, da Unicamp; e o Prêmio Arquivo Nacional. Os documentos antigos que permitiram o resgate dessa história, guardados sob os auspícios da Pontifícia Universidade Católica de Pernambuco e do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, estavam abandonados ou esquecidos há décadas.

**HENRIQUE KUGLER** | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

# NEGOCIADOR VIRTUAL

## PROGRAMA DE COMPUTADOR AJUDA INDIVÍDUOS A TREINAR HABILIDADE DE NEGOCIAÇÃO

Aquelas pessoas que não nasceram com tino para negociação terão agora uma chance de desenvolver essa habilidade. Pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) criaram um programa de computador que auxilia seus usuários a se tornarem melhores negociadores. A princípio, o sistema era voltado para profissionais de tecnologia da informação (TI), mas em sua versão final ele pode ser usado por qualquer pessoa. O programa não tem uma versão comercial e, por enquanto, está limitado aos alunos e colaboradores do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe).

FOTO DIVULGAÇÃO COPPE/UFRJ

Tela inicial do sistema de suporte à negociação desenvolvido na Coppe. O programa possibilita ao usuário se tornar um melhor negociador

O programa nasceu da tese de doutorado do cientista da computação Sérgio Assis Rodrigues, defendida no Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da Coppe e orientada pelo engenheiro Jano Moreira de Souza. Realizado entre 2007 e 2012, o trabalho tinha como meta original estudar o perfil de negociação dos profissionais de TI para determinar se eram mais voltados para colaboração ou competição. Rodrigues entrevistou mais de mil pessoas das áreas operacional e gerencial de TI e ainda realizou comparações com outras áreas.

"Descobrimos que o perfil do profissional de TI é mais competitivo e numa negociação ele tende a insistir em uma única solução, além de rejeitar argumentos não baseados em lógica ou números", conta o cientista da computação. Esse perfil competitivo tende a mudar quando o profissional passa para a área gerencial, se tornando mais colaborativo. Para auxiliar nesse desenvolvimento, Rodrigues projetou o sistema de suporte à negociação, que acabou se tornando algo maior, não apenas restrito aos profissionais de TI.

**QUATRO MÓDULOS** O ambiente de suporte à negociação é um programa de computador com quatro módulos: aprendizado, gestão de conhecimento de negociação, gerenciamento de risco e modelagem *fuzzy*.

O módulo de aprendizagem permite ao usuário, por meio de jogos e questionários, determinar qual o seu perfil de negociação, se competitivo ou colaborativo. Já no de gestão de conhecimento, ele toma contato com os elementos que constituem uma negociação, como interesses dos envolvidos, opções e alternativas de ganhos mútuos, bem como aspectos de poder e relacionamento, entre outros.

O módulo de gerenciamento de risco lista os obstáculos que podem ocorrer durante a negociação, como a troca da pessoa com quem se está negociando. "O usuário aprende a identificar os riscos e classificá-los, por exemplo, como altos, médios ou baixos. Ele também procura meios para diminuir o risco ou mesmo aproveitar a oportunidade que ele pode representar", explica Rodrigues. Finalmente, o módulo *fuzzy* é uma parte mais técnica e permite a modelagem matemática de negociações e o uso de métodos estatísticos para analisá-las.

O programa está disponível no endereço www.negociacao.net, mas o cientista da computação ressalta que para poder aproveitar melhor o ambiente é interessante passar por um curso. A Coppe já ofereceu programas de treinamento em negociação de TI para instituições como os ministérios do Planejamento e da Defesa. "Agora estamos implementando o módulo de reuniões e expandindo as funções para outras plataformas. Por exemplo, o celular, no qual o usuário pode receber dicas e gerenciar o conhecimento da negociação mais rapidamente", revela Rodrigues.

**FRED FURTADO** | *CIÊNCIA HOJE* | RJ

# ARROZ COLORIDO

## TRÊS NOVAS VARIEDADES DO CEREAL SÃO LANÇADAS PARA IMPULSIONAR AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA

Com 1 milhão de toneladas produzidas anualmente, Santa Catarina é o segundo estado que mais produz arroz no Brasil, atrás apenas do Rio Grande do Sul. Os 8 mil agricultores responsáveis pelo plantio têm agora um incentivo a mais para aumentar essa produção: três novas variedades do cereal, lançadas recentemente por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Todas essas variedades foram desenvolvidas com técnicas de melhoramento genético.

Uma delas, chamada SCS118 Marques, é semelhante ao arroz branco polido. Como já é conhecido pelo consumidor, volta-se para o mercado tradicional (ver 'Tipos de arroz'). "Os agricultores é que vão notar a diferença, sobretudo na produtividade do grão", diz o engenheiro agrônomo Rubens Marschalek, que coordenou os trabalhos. A novidade para o mercado está nos tipos especiais de arroz SCS119 Rubi (arroz vermelho) e SCS120 Ônix (arroz preto). A coloração diferenciada da película que reveste o grão integral é responsável pelo alto valor nutricional dos grãos. Ambos são ricos em antocianina e outros compostos fenólicos, que combatem o envelhecimento e a degeneração celular em seres humanos. Essas variedades, segundo Marschalek, devem fazer parte de nichos específicos de mercado e se destinar sobretudo à dieta macrobiótica – baseada em cereais, frutas e legumes. Por isso, deverão ser consumidas de forma integral (não polidas).

Cada variedade foi desenvolvida a partir de um método específico. A branca foi obtida por mutação genética induzida por raios gama, enquanto a vermelha, por seleção de linhagens puras. Já a preta foi obtida pelo processo de hibridização, a partir do cruzamento de uma variedade de arroz branco com a linhagem Riso Nero, proveniente da Itália. Todas devem ser cultivadas pelo sistema 'irrigado', em que a cultura é mantida alagada todo o tempo (o grão também é produzido apenas com irrigação periódica, em terras secas, sistema conhecido como 'sequeiro').

**COMPETITIVIDADE** As variedades foram desenvolvidas para aumentar a competitividade da cultura de arroz catarinense. "A agricultura desse cereal em Santa Catarina está baseada, principalmente, na lavoura de pequenos produtores", diz o engenheiro agrônomo. "Para sobreviver, o cultivo familiar precisa de alta qualidade e de boa produtividade, além de opções para nichos de mercado."

O melhoramento genético dessas variedades levou 13 anos para ser concluído. A variedade Marques deve começar a ser produzida ainda este ano e chegar aos supermercados no início do ano que vem. A Rubi e a Ônix deverão estar disponíveis ao consumidor no segundo semestre de 2014.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil é o nono maior produtor de arroz do mundo e o primeiro fora do continente asiático, colhendo cerca de 12 milhões de toneladas por ano. Cerca de 70% da produção de Santa Catarina é exportada para São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e estados do Nordeste.

FOTO DIVULGAÇÃO/EPAGRI/ITAJAÍ

Grãos polidos das novas variedades de arroz desenvolvidas em Santa Catarina: Marques (branca), Rubi (vermelha) e Ônix (preta)

## Tipos de arroz

A gramínea que alimenta mais da metade da população mundial é classificada em três categorias, segundo os tratamentos que recebe antes da comercialização:

**BRANCO:** passa pela remoção da casca, seguida de polimento do grão. Com isso, o arroz perde proteínas, mas continua rico em carboidratos. É o mais consumido.

**INTEGRAL:** grão *in natura*, sem qualquer tratamento químico ou físico. O arroz integral conserva proteínas, sais minerais (como fósforo, ferro e cálcio), vitaminas e fibras. O valor calórico é semelhante ao do tipo branco.

**PARBOILIZADO:** meio termo entre o branco e o integral. O grão é encharcado em água e aquecido. Assim, vitaminas e sais minerais passam das camadas externas para a parte interna. Não é tão rico em proteínas quanto o integral, mas o valor nutricional supera o do branco.

MARINA SEQUINEL | ESPECIAL PARA *CIÊNCIA HOJE* | PR

# Reforma estrutural na Estação Ciência

**Centro de divulgação científica da Universidade de São Paulo, a Estação Ciência iniciou uma grande reforma para melhorar o acesso do público às exposições. Além da renovação da rede elétrica, sistema acústico e térmico, será construído um anexo de vidro, que abrigará a administração do museu. Como o edifício é tombado pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, o desenho arquitetônico será preservado. Com a revitalização do espaço, será intensificada a aproximação entre academia e comunidade, apresentando as pesquisas desenvolvidas na universidade. Até a reabertura, prevista para daqui a dois anos, as exposições itinerantes serão mais frequentes, circulando em escolas, grandes feiras e presídios do estado de São Paulo.**

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

# *Ciência Hoje* ajuda professores a melhorar aulas

Como fazer com que alunos aprendam a perguntar durante as aulas? Essa foi a questão que norteou uma pesquisa realizada na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e que descobriu que revistas de divulgação científica, como a *Ciência Hoje*, auxiliam professores a criarem aulas mais dinâmicas, capazes de estimular o questionamento por parte dos estudantes. Parte da tese de doutorado da bióloga Roberta Smania Marques, o trabalho envolveu 80 alunos do curso de Licenciatura em Biologia da UEPB e escolas públicas de ensino secundário da Paraíba.

"Ao prepararem suas aulas, os alunos repetiam o modelo enciclopédico ao que foram expostos anteriormente, mas ciência é propor e resolver problemas, duvidar. É por isso que usam os os textos", conta a bióloga e educadora Silvana Santos, da UEPB, que orienta a tese. As pesquisadoras apresentavam textos da *Ciência Hoje* aos alunos e pediam que criassem roteiros de aula com uma situação-problema que serviria para introduzir o tema aos estudantes. "Por exemplo, uma das alunas utilizou a criação do anticoncepcional masculino para falar sobre sistema reprodutor", ilustra Santos.

Segundo ela, o novo modelo de preparação de aulas fez com que os estudantes secundaristas se tornassem mais participativos e os alunos do curso de licenciatura melhorassem sua capacidade de preparar e dar aulas. "Ainda não sabemos se essa melhoria se manterá, mas agora vamos analisar os vídeos que fizemos das orientações e das aulas ministradas para quantificar essa melhoria", conclui Santos.

ENTOMOLOGIA

# Raridade atlântica

O inseto da foto é a mais nova surpresa para a coleção entomológica do Brasil. O delicado bicho de 2 cm foi descoberto por acaso em um rancho serrano da mata atlântica e acabou por se mostrar não só de uma nova espécie, como também o primeiro representante encontrado na América do Sul da família Meropeidae (conhecida popularmente como mosca-tesoura por causa da forma de sua genitália localizada na extremidade de seu corpo).

Até cientistas da Universidade Federal do Espírito Santo, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e da Universidade de Agricultura e Mecânica do Texas se depararem com o inseto, só eram conhecidas duas espécies vivas dessa família, uma da América do Norte e outra da Austrália. Fósseis encontrados na Sibéria sugeriam que o grupo de insetos teria surgido no período Triássico, entre 250 e 200 milhões de anos atrás. Mas a descoberta nessa parte do globo da nova mosca-tesoura, batizada de *Austromerope brasiliensis*, mudou essa ideia. Agora, os pesquisadores acreditam que o grupo tinha um ancestral comum que viveu há 200 milhões de anos quando os continentes ainda eram um só, a Pangeia. Depois da subdivisão dos continentes, esse ancestral teria dado origem aos fósseis já descobertos da família e às diferentes espécies de hoje.

Um dos entomologistas envolvidos na descrição da nova espécie, Renato Machado, da universidade texana, conta que o inseto foi descoberto por um colega brasileiro em meio a vários outros capturados em armadilhas colocadas na floresta pelos pesquisadores para coletar vespas. Machado acredita que o bicho ficou incógnito por tanto tempo porque nunca houve coletas específicas para essa espécie e porque as moscas-tesouras têm hábitos noturnos e costumam ficar escondidas no solo da mata densa.

O entomólogo ressalta que outra surpresa foi encontrar o novo inseto na mata atlântica, bioma extremamente ameaçado pelo desmatamento e queimadas. "A mata atlântica de hoje não é nada perto do que foi um dia", diz Machado. "Isso nos faz refletir sobre quantas espécies perdemos sem termos conhecido e quão grande é o valor biológico que jogamos fora pela falta de planejamento no processo de exploração das nossas matas."

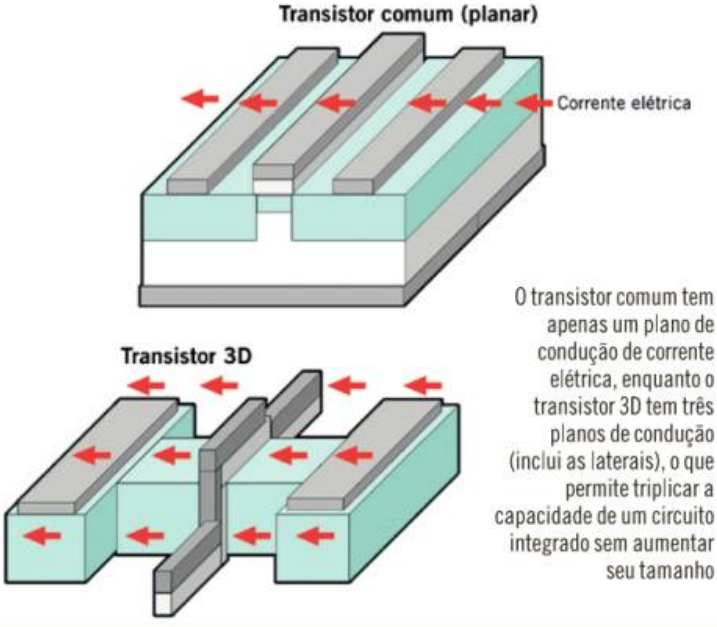
ENGENHARIA ELÉTRICA

# Versão brasileira de transistor 3D

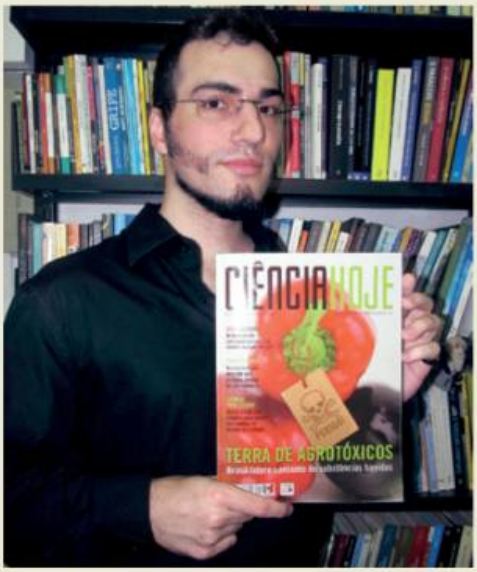
Uma versão nacional de um transistor três vezes mais eficiente que os transistores comuns foi produzida por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Universidade de São Paulo (USP). Parte da tese de doutorado do físico Lucas Petersen Barbosa Lima na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec) da Unicamp, os transistores são chamados de 3D ou Finfet (combinação de *finger*, dedo em inglês, com a sigla de transistor de efeito de campo, na mesma língua).

"O transistor funciona como uma chave, permitindo ou não a passagem de corrente elétrica. Na versão padrão, a transmissão ocorre apenas em uma superfície; já no Finfet, aproveitam-se as laterais, abrindo mais duas passagens para a eletricidade", explica o físico José Alexandre Diniz, professor da Feec e diretor do Centro de Componentes Semicondutores (CCS) da Unicamp, onde os transistores 3D foram produzidos. Segundo Diniz, os Finfet são uma opção para resolver o problema de espaço nos circuitos integrados que compõem os dispositivos eletrônicos. "Há um limite para a quantidade de transistores que podem ser postos em um *chip*. Com a versão 3D, triplica-se a capacidade com o mesmo número de transistores", observa o físico.

Outra vantagem dos Finfet é que há mais controle sobre a corrente elétrica e, assim, não há tanta perda de eletricidade quando o dispositivo está desligado. "O uso desses transistores permitiria aumentar o tempo útil da carga de baterias de celulares e *laptops*, por exemplo", comenta Diniz. Ele acrescenta que agora pretende otimizar o processo de produção dos Finfet. "Conseguimos criar transistores de 100 e 50 nanômetros, mas ainda estamos longe da indústria internacional, que produz Finfet de 22 nanômetros", revela.




O transistor comum tem apenas um plano de condução de corrente elétrica, enquanto o transistor 3D tem três planos de condução (inclui as laterais), o que permite triplicar a capacidade de um circuito integrado sem aumentar seu tamanho




## Reportagem de *CH* ganha prêmio Embratel

A matéria 'Paraíso dos agrotóxicos', publicada na *Ciência Hoje* 296 (setembro/2012), conquistou a categoria 'reportagem socioambiental' da 14ª edição do Prêmio Imprensa Embratel. O autor da reportagem, o jornalista Henrique Kugler, recebeu o prêmio no valor de R$ 10 mil no dia 14 de maio, no espaço Tom Jobim, no Rio de Janeiro. O texto aponta o uso abusivo de fertilizantes no Brasil – maior consumidor desses produtos no planeta – e questiona o custo social e de saúde pública dos venenos utilizados no campo para manter a produção agrícola nacional em alta e a balança comercial brasileira positiva. Além disso, denuncia a utilização no país de produtos há muito banidos de outras partes do mundo por sua toxicidade e expõe os abusos das empresas agroquímicas e a dificuldade de fiscalizá-las e puni-las.

## Universidade sustentável

**A Universidade Estadual Paulista (Unesp) instalou na Faculdade de Ciências e Letras, no *campus* de Assis, um sistema de geração de energia solar interligado à rede elétrica. O programa Unesp Sustentável traz uma pauta bastante atual para a universidade, gerando energia limpa e diminuindo os custos de funcionamento. No endereço eletrônico http://200.145.165.210/ é possível ver em tempo real os benefícios econômicos e ambientais trazidos pelo sistema.**

ARQUITETURA

# Imagens na rede

Se você gosta de arquitetura, anote aí: já está no ar o sítio www.arquigrafia.org.br. De visual atraente e fácil navegação, é o primeiro ambiente colaborativo para publicação digital de imagens de arquitetura no Brasil – mão na roda para acadêmicos, profissionais e entusiastas da área. Entre arquitetos, é comum cada um ter seu próprio acervo de imagens. Mas compartilhamentos são cada vez mais comuns. Por isso, o *Arquigrafia* vem a calhar: qualquer um pode entrar no sistema e disponibilizar seus próprios arquivos; enquanto todos se beneficiam de um rico acervo centralizado em um só local. "Foi justamente para organizar esse importante intercâmbio de imagens e informações que criamos o *Arquigrafia*", conta Artur Rozestraten, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (Fauusp).

O simpático sítio (ver 'Novo olhar sobre a arquitetura urbana', na *CH On-line*) reúne acervos pessoais e institucionais. Bom exemplo são as 37 mil fotografias mantidas pela biblioteca da Fauusp – talvez uma das mais importantes coleções de imagens de arquitetura do país. Pois bem, todas elas em breve estarão no *Arquigrafia*. Nesse momento, já foram digitalizadas 10 mil. "Até o final de 2014 teremos todo esse acervo disponível na rede", ambiciona Rozestraten. Ele lembra que, além da USP, diversas instituições públicas e privadas brasileiras guardam valiosos acervos de imagens de arquitetura. "Seria ótimo tê-las integradas ao *Arquigrafia*."

Captura de tela da página virtual do *Arquigrafia*

GENÉTICA

# Mutação escurece pelagem do leopardo

O leopardo (*Panthera pardus*), felino encontrado na Ásia e na África conhecido pela padronagem amarela e negra do seu pelo, apresenta, assim como vários outros felinos, indivíduos com melanismo – superprodução do pigmento eumelanina, o que torna totalmente preta a pelagem do animal. Essa mutação faz com que ele seja comumente chamado de pantera negra. Pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em colaboração com instituições internacionais, identificaram a mutação no genoma da espécie responsável por esse fenômeno. O resultado foi publicado na revista científica *Plos One*.

O estudo é a continuação de pesquisa desenvolvida no doutorado do biólogo Eduardo Eizirik, coordenador do Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da PUCRS e um dos autores do artigo. Na época, Eizirik identificou as mutações responsáveis por melanismo em três espécies de felinos: o gato doméstico (*Felis catus*), a onça-pintada (*Panthera onca*) e o jaguarundi (*Puma yagouaroundi*). "As alterações genéticas se concentram em dois genes, o ASIP e o MC1R", conta o biólogo. O MC1R produz o receptor de melanocortina 1, envolvido na produção da eumelanina. Células onde esse gene está ativo geram pelos pretos. Já o ASIP produz a proteína sinalizadora de Agouti, que bloqueia o receptor de melanocortina 1. Assim, células onde essa proteína está ativa levam a pelos amarelos, cuja cor vem da feomelanina.

O melanismo ocorre quando uma mutação desativa a proteína sinalizadora de Agouti ou altera o receptor de melanocortina 1 de maneira que este não seja bloqueado pela proteína. "No gato preto, a mutação está na ASIP. As outras duas espécies tinham alterações distintas no MC1R. Isso mostrava que o melanismo havia surgido nos felinos pelo menos em três ocasiões distintas", observa Eizirik.

Na nova pesquisa, Eizirik e sua equipe analisaram amostras de leopardos e gatos dourados asiáticos (*Pardofelis temminckii*) da Malásia e da Tailândia. Da primeira espécie, foram 11 indivíduos com melanismo e quatro sem; já da segunda, foram dois de cada categoria. "Encontramos mutações na ASIP para os dois animais, mas elas são diferentes. Nos leopardos, há uma mudança que interrompe a produção da proteína, resultando numa versão defeituosa. Nos gatos dourados, a mutação muda um aminoácido que também elimina a função da proteína", comenta o biólogo. "Isso eleva para cinco o número de vezes que o melanismo apareceu nos felinos."

FOTO CICERO RODRIGUES

# SÉCULO 21, OU 20?

*No panorama urbano brasileiro, a imagem ambiental das cidades cada vez mais é definida por altos edifícios com dezenas de andares – os 'espigões'.*

Duas paisagens culturais pontuam hoje o território brasileiro: o 'espigão', no Brasil urbano; e a soja, no Brasil rural. Espigão – o edifício alto – e soja foram recentes pautas da mídia. Uma série de reportagens de *O Globo* mostrou a disseminação do primeiro em cidades médias e grandes do país. E a soja foi notícia por conta da avantajada produção, que fica estacionada em caminhões ao longo de estradas congestionadas que se dirigem aos portos, também congestionados.

Ambas as paisagens são sinais de um país que cresce. Mas, para que não signifiquem uma chegada tardia ao século passado, é necessário um reequilíbrio compatível com as expectativas do século 21.

Firmam-se no país conceitos associados à nova compreensão sobre os limites do planeta, o bem-estar geral a que precisamos corresponder. Assume-se como indispensável o respeito ao lugar e às suas preexistências. O desperdício, seja de energia ou de meios, não é aceitável. O espaço é o da diversidade. O crescimento não pode se dar sobre tábula rasa, seja ambiental, cultural, social ou econômica.

Como vemos no panorama urbano brasileiro, a imagem ambiental das cidades cada vez mais é definida por altos edifícios com dezenas de andares – os 'espigões'. Esse modelo vigora de norte a sul, de leste a oeste, e se torna homogenizador da paisagem cultural, ainda que em situações de diversidade geográfica.

Tornou-se fácil construir um espigão. A tecnologia construtiva é de amplo domínio, os elevadores são relativamente baratos, os riscos econômicos são reduzidos e os recursos financeiros são facilitados por meio da venda em condomínio.

Em geral, o espigão é erguido em local com escassez de infraestrutura sanitária, de mobilidade e de serviços públicos – situação típica da maior parte das cidades. Erguido junto a residências e baixas construções, cria uma relação entre escalas que desqualifica o ambiente urbano. Os preços baixos dos terrenos permitem lucros proporcionais à altura da edificação. Assim, há estímulo para ampliar a produção.

Há estreito vínculo entre empreendedores imobiliários e prefeituras, que veem oportunidade de reforço de caixa com as aprovações – quando não se busca também uma ajuda às próximas eleições. Além disso, na percepção popular, o edifício alto pode ser visto como signo de progresso.

Cabe ao poder público o monopólio da legislação urbanística, no pressuposto de definir os volumes a edificar capazes de compor o melhor espaço urbano, tudo no interesse coletivo. Ao negociar a altura dos edifícios, admitindo mais andares mediante pagamento, transfere ao empresário aquela atribuição. Assim, não é mais o conceito de melhor configuração urbana que prevalece, mas o de maiores benefícios financeiros. Não é o espaço público que vige, mas o lote.

De certo modo, esse descompasso é uma contrafação à ideia constitucional que dá ao poder público o monopólio da legislação urbana, no interesse da composição do conjunto construído, em harmonia com o espaço público. E, embora possa estar apoiada em leis, nem por isso essa atitude passa a ser legítima.

A soja segue caminho semelhante. Vai ocupando terras das coxilhas do Rio Grande às matas da Amazônia, passando pelos pinheirais do Paraná e pelo cerrado do Centro-oeste. Tudo se uniformiza com complementos e corretivos químicos para que a terra produza – ainda que o sistema hídrico se banalize com os agrotóxicos. A grande escala se impõe e expulsa a diversidade, seja ambiental, seja produtiva.

Colhida a soja, chegar ao destino já é outra questão. Construído o espigão, circular pela cidade já é outro departamento.

Pasteurizada a paisagem cultural, é o século 20 que nos acena. Para prosseguirmos rumo à contemporaneidade, precisamos dos ajustes que este nosso tempo nos sugere. A decisão é nossa. CH

**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

# Louva-deus: peculiar e folclórico

## Inseto pode ser usado no controle de pragas e como indicador de degradação ambiental

LEONARDO GOMES
Laboratório de Mantodea, Faculdade de Biologia, Universidade Federal do Pará (*campus* de Soure, Marajó)

A aparência curiosa, a capacidade de se esconder na vegetação e a extrema voracidade fazem do louva-a-deus um inseto singular. Sua postura de repouso, com as patas dianteiras erguidas e juntas, similar à de uma pessoa rezando, deu origem a muitas lendas e crenças a respeito dessa criatura, encontrada em quase todo o mundo, em áreas tropicais e subtropicais. Essas crendices, registradas em várias culturas, também existem no Brasil.

Ao pousar em uma flor para coletar néctar, uma borboleta é surpreendida pelo ataque de outro inseto, que não havia percebido. Esse agressor, que esperava a presa bem camuflado na folhagem próxima, tem vários nomes populares, como põe-mesa ou ponhamesa, pai-de-cobra, emboici, bendito e cavalinho-de-nosso-senhor, mas é mais conhecido como louva-a-deus ou louva-deus. Esse nome curioso faz referência à posição do animal em repouso, quando ergue a parte da frente do corpo e junta as patas dianteiras – postura semelhante à de alguém rezando.

Alguns louva-a-deus (como o da imagem, *Acanthops erosa*) têm o aspecto de uma folha seca, o que assegura uma eficiente camuflagem

FOTO DE CESAR AUGUSTO C. FRAGOSO

Os louva-a-deus atraem interesse desde a Antiguidade: são citados em livros milenares, como obras chinesas e o *Livro dos mortos*, do Egito. Sua posição de 'reza' desperta curiosidade, mas o inseto está longe de ser 'piedoso'. A observação de seu comportamento revela que é extremamente voraz: ele se alimenta principalmente de outros insetos, mas é capaz de capturar espécimes pequenos de aves (beija-flores, por exemplo), anfíbios, lagartos e até cobras.

Eles são pouco avistados, devido à capacidade de camuflagem (a coloração ou a forma permite que se confundam com a vegetação ou com o solo) e ao número relativamente reduzido de indivíduos (outros insetos têm, em geral, populações muito maiores). As espécies de louva-a-deus exibem belas variações nas cores corporais e no formato dos corpos. A semelhança de muitas espécies com folhas verdes ou secas permite que se ocultem na folhagem, mas algumas espécies têm padrões de cores que os camuflam em troncos, em liquens, em flores ou no solo.

Esses insetos teriam surgido em algum momento entre 300 milhões e 100 milhões de anos atrás (entre os períodos Carbonífero e Cretáceo).

Hoje, o número de espécies pode chegar a 3 mil, encontradas basicamente nas regiões tropicais e subtropicais. Grande parte delas pode voar para mudar de ambiente ou fugir de seus predadores (formigas, pássaros, morcegos e outros). No Brasil, estima-se que vivam 700 espécies, que caçam suas presas caminhando pela vegetação, em florestas, campos e jardins, mas também podem ficar esperando que seu 'alimento' pouse por perto para capturá-lo, com um movimento rápido das patas dianteiras, muito fortes e dotadas de espinhos agudos.

Alguns aspectos do comportamento do louva-a-deus são inusitados entre os insetos: em algumas espécies, por exemplo, a fêmea pode devorar o macho (iniciando pela cabeça) durante a cópula, o que não o impede de continuar a fecundá-la. As razões do canibalismo ainda são debatidas por cientistas, mas entre elas pode estar a busca de uma reserva nutricional para a formação dos ovos ou a garantia de exclusividade em relação aos gametas do macho devorado. Outra característica curiosa desses insetos é a capacidade de memorizar presas de gosto ruim (após devorá-las uma vez, não as atacam novamente).

São os únicos insetos que podem ver por cima da cabeça, em razão da enorme mobilidade desta. Têm dois grandes olhos compostos e mais três ocelos, com funções distintas. Quando ameaçados, costumam levantar as espinhosas patas dianteiras e abrir todas as asas para intimidar o possível predador. A agressividade do louva-a-deus é explorada em algumas regiões da Ásia, principalmente na China, onde são promovidas brigas (rinhas) desse inseto, inclusive com apostas em dinheiro.

**CRENÇAS VARIADAS** Por causa da aparência e do comportamento, os louva-a-deus – segundo o livro *Insetos no folclore* (1996), de Karol Lenko e Nelson Papavero – deram origem a várias crenças e têm grande importância no folclore de alguns países, inclusive o Brasil. Em certas partes da Ásia e da África, o inseto é considerado sagrado, ou tido como reencarnação de parentes mortos. Nessas culturas, quando um louva-a-deus pousa em uma pessoa, esta passa a ser vista como alguém que recebe favores especiais de entidades divinas. Os povos muçulmanos acreditam que o inseto 'reza' constantemente com a face virada para Meca, a cidade sagrada da religião islâmica.

Por atribuírem 'poderes divinos' a tais insetos, diversos povos fazem 'consultas' a eles, interpretando seus movimentos como respostas às perguntas apresentadas. Em alguns locais da Península Ibérica e na França, acredita-se que os louva-a-deus podem informar onde há lobos, perigosos para as pessoas: ao erguer as patas dianteiras, o inseto indicaria a localização daquele animal. Crianças também têm o hábito de perguntar ao inseto qual o caminho correto em um bosque, e creem que este indica a direção com uma de suas patas.

Crenças semelhantes existem no Brasil. Há registro, no folclore amazônico, de que pais e parentes curiosos sobre o sexo de uma criança que vai nascer 'consultam' o põe-mesa, como o inseto é conhecido na região. Segundo a crendice, para antecipar se uma grávida terá um menino ou uma menina, basta prender um desses insetos com os dedos e soprar sobre ele: se o louva-a-deus mover apenas as patas dianteiras, o bebê será mulher; se tentar se livrar e saltar sobre a pessoa, será homem.

Uma variação da crença foi registrada no município de Benjamin Constant (AM). Quando se espera a chegada de pessoas que moram longe, segura-se um põe-mesa na mão e pergunta-se ao animal quanto tempo falta para o aparecimento da visita. Acredita-se que, se o inseto levantar bastante as patas dianteiras, a visita demorará muitos dias para chegar; se abaixar essas patas, a visita aparecerá sem demora.

Em Minas Gerais, uma das denominações do inseto é pai-de-cobra. Esse nome é interessante por indicar a permanência de uma crença indígena. Em certos grupos indígenas, o louva-a-deus era chamado *de emboici*, termo que une as palavras *mboi* (cobra) e *cy* (mãe) – significando, portanto, mãe de cobra. O nome veio da descoberta, pelos índios, no ventre de alguns desses insetos, de um parasita muito fino e longo (desenrolado, pode chegar a mais de 1 m) que, solto na água, se move como uma cobra. Isso foi comprovado por estudos científicos: o aparelho digestivo dos louva-a-deus, dos gafanhotos e de outros insetos é habitado por esses vermes peculiares, que os índios pensavam ser filhotes de cobras.

Os louva-a-deus deram origem a várias crenças e têm grande importância no folclore de alguns países, inclusive o Brasil.

Esses insetos singulares, além de estimular crenças e curiosidade em diversas culturas, também atraem o interesse de cientistas. Estudos sobre a família Mantodea (que engloba todos os louva-a-deus) ocorrem em todo o mundo e envolvem aspectos de sua biologia e de sua ecologia. São realizados também por diferentes grupos de pesquisa brasileiros, entre eles a equipe do Laboratório de Mantodea da Universidade Federal do Pará. Ali são desenvolvidos trabalhos de levantamento e identificação de insetos e estudos sobre seu comportamento, além de pesquisas ecológicas e genéticas, em parcerias com outras instituições do Brasil e de outros países. No campo da ecologia, os louva-a-deus vêm sendo investigados como prováveis coadjuvantes no controle biológico de pragas (por conta de sua voracidade) e em especial como bioindicadores, já que sua presença ou ausência em determinada área permite avaliar a integridade ou o nível de degradação daquele ambiente.

# Primeiros passos

**1913** HÁ 100 ANOS ERAM LANÇADAS AS BASES DA ESPECTROSCOPIA DE MASSAS Encontra-se com frequência o registro de que os cientistas ingleses Joseph J. Thomson (1856-1940) e Francis W. Aston (1877-1945) teriam criado em 1913 um método para identificar as diferentes partículas de uma substância, realizando, assim, a primeira espectroscopia de massas da história. De fato, vários trabalhos da época tinham relação com esse feito. Mas um cruzamento mais refinado de informações revela que só em 1919 Aston apresentou o equipamento considerado um espectrógrafo de massas. Com isso, esclarecia também dúvidas fundamentais sobre certas características dos átomos. Quais os motivos desse lapso de tempo? Um fator preponderante teria sido a Primeira Guerra Mundial, que afastou do laboratório vários dos envolvidos na pesquisa. Outro se relacionaria ao que estavam obtendo em seus experimentos e abrangeria um debate sobre aspectos químicos e físicos dos átomos.

MÁRCIA H. M. FERRAZ E
ANA MARIA ALFONSO-GOLDFARB
Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência,
Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência,
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

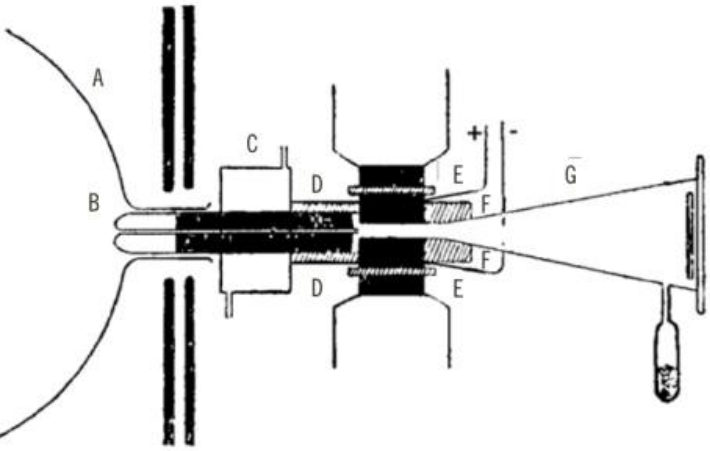
Joseph J. Thomson (à esquerda) e Francis W. Aston. Estudos desses cientistas levaram ao desenvolvimento da espectroscopia de massas

FOTOS WIKIMEDIA COMMONS

**DESDE O INÍCIO DO SÉCULO 19**, com os postulados de John Dalton (1766-1844), houve inúmeras discussões sobre o átomo, que se estenderiam até as primeiras décadas do século seguinte. Transitando entre a física e a química, os estudos procuravam responder quais eram e como se organizavam espacialmente as diminutas partículas que compõem a matéria (ver 'A um passo da teoria atômica', em *CH* 211).

Em especial, o ano de 1913 é significativo por marcar a publicação de dois textos fundamentais para o estudo da matéria: o artigo em que Niels Bohr (1885-1962) apresenta suas ideias sobre o átomo, modificando o modelo de Ernest Rutherford (1871-1937), e o livro *Raios de eletricidade positiva e suas aplicações na análise química*, de J. J. Thomson. Embora os dois trabalhos estejam intimamente ligados, só o último deles será enfatizado aqui.

Lembrado pela descoberta do elétron, em 1897, ao submeter gases a campos magnéticos no chamado tubo catódico, Thomson realizou outras pesquisas importantes, como o estudo dos raios positivos obtidos no mesmo equipamento. Como já havia feito para os corpúsculos negativos (elétrons), buscava agora determinar a relação entre a carga ($e$) e a massa ($m$) das partículas para os corpúsculos positivos (ver 'Thomson e o átomo de hidrogênio', em *CH* 231).




Esboço do equipamento usado por Joseph J. Thomson e Francis W. Aston no Laboratório Cavendish, em Cambridge, para identificar as diferentes partículas de uma substância, no início das pesquisas que levaram à criação do espectrógrafo de massas, em 1919. A – balão com volume entre 1 e 2 litros; B – cátodo (polo positivo) envolvido por uma camada de cera, de forma a isolá-lo do frasco de vidro; C – envoltório através do qual circula água, para resfriar o equipamento; D – caixa de ebonite, colocada no gargalo do balão; E – placas de ferro que constituem os polos eletromagneto; F – peças de ferro de faces planas, introduzidas na caixa D, geradoras do campo elétrico; G – frasco cônico de vidro, de 40 cm, fixado ao conjunto, contendo a placa fotográfica

EXTRAÍDO (E ADAPTADO) DE RAYS OF POSITIVE ELECTRICITY AND THEIR APPLICATION TO CHEMICAL ANALYSES, DE J.J. THOMPSON, 1913, P. 20.

Nesse sentido, seu livro de 1913 sintetizava o trabalho de anos anteriores, feito com a ajuda de Aston, no Laboratório Cavendish, em Cambridge. O objetivo principal da obra era convencer estudiosos a usar um método mais sensível e que exigisse quantidades mínimas de material para análise. Tal método, denominado "método do raio positivo", consistia no registro, em placas fotográficas, da trajetória de partículas gasosas desviadas por um campo magnético intenso. O comprimento das trajetórias dependia da massa das partículas: as mais pesadas se deslocariam menos, ao contrário das mais leves.

Para Thomson, cada trajetória indicava a presença de partículas com valor determinado ao se calcular a relação entre massa e carga da partícula (*m/e*). Mas, dependendo da carga elétrica, um elemento químico ou uma substância composta poderia apresentar mais de um valor, embora a massa fosse a mesma. Assim, para partículas de mesma massa, se a carga fosse 2, o valor seria a metade daquelas com carga 1. Tomando o hidrogênio como parâmetro para a unidade de massa e conhecendo-se a carga da partícula, podia-se calcular os pesos atômicos ou moleculares. Como estes caracterizavam as diferentes partículas, podia-se, com o método, identificar o que estava sendo analisado e também identificar novas substâncias químicas.

Apesar do entusiasmo com o novo método, um material parecia se comportar de modo estranho: o gás neônio, cuja análise apresentava dois valores próximos, situação característica de uma amostra com dois materiais químicos diferentes. Isso podia ser explicado pela ideia de isótopo, ou seja, partícula com propriedades físicas diferentes e propriedades químicas semelhantes, ocupando por isso o mesmo lugar na tabela periódica.

Nessa época, os estudiosos dos materiais radioativos, acostumados com o decaimento da matéria, usavam a noção de isótopo, só aceita para materiais instáveis. Mas esse não era o caso do neônio, considerado estável. Apesar disso, Aston incorporou essa ideia para o estudo do gás e passou a tentar a separação química de suas diferentes partículas, porém sem bons resultados.

**O NOVO ESPECTRÓGRAFO** Um fato novo mudou essa rotina. A entrada da Grã-Bretanha na guerra, em 1914, interrompeu o trabalho dos cientistas, assim como o de outros grupos. Muitos pesquisadores foram deslocados para lugares onde pudessem auxiliar no esforço de guerra, e Aston trabalhou como químico na Real Fábrica de Aviões, em Farnborough. Mesmo nesse período conturbado, nunca deixou de defender a ideia do isótopo para explicar anomalias como a do neônio.

Com o fim do conflito, Aston voltou ao seu laboratório em Cambridge, com novos planos. Em 1919, construiu o que denominou "espectrógrafo de raios positivos". As modificações feitas no aparelho em que trabalhava com Thompson permitiam que partículas de mesma relação entre carga e massa, porém com velocidades diferentes, se concentrassem em um mesmo ponto da placa fotográfica, em vez de descrever parábolas. Com o novo espectrógrafo, os pontos de concentração eram intensos, dando maior precisão aos resultados.

Foi possível, assim, separar nitidamente os dois tipos de átomos do neônio. Aston atingiria, com isso, o objetivo principal de seu trabalho e podia afirmar que o neônio apresentava isótopos. Seus resultados passaram a ser aceitos por outros cientistas, não só por sua precisão, mas também pelas perspectivas que abriam para a pesquisa. Depois, o próprio Aston descobriu isótopos de outros elementos, como o cloro. Finalmente, pôde construir seu tão sonhado equipamento, que logo chamou de "espectrógrafo de massas". Embora o termo seja usado até hoje, o equipamento sofreu várias modificações.

Um aspecto interessante desse debate sobre a constituição da matéria, que levou a descobertas como a de Aston, é a tênue fronteira entre química e física – às vezes transposta, sem grandes explicações, quando da outorga de prêmios Nobel a envolvidos com a espectroscopia e assuntos correlatos. Thomson (1906) e Bohr (1922) receberam o Nobel em Física, enquanto Rutherford (1908) e Aston (1922) receberam o de Química. O próprio Rutherford estranhou muitíssimo ver seu trabalho laureado na categoria de química. CH

# UMA NOVA RACIONALIDADE

## A teoria dos incorporais no estoicismo antigo

**Émile Bréhier**

*Belo Horizonte, Autêntica, 110 p., R$ 35*

Para compreender o estoicismo antigo, é necessário lidar com textos fragmentados, pois muitos escritos se perderam, e recorrer a fontes que o descrevem, muitas vezes, com o objetivo de criticá-lo. Nessas condições desfavoráveis, o intérprete precisa encontrar sua coerência interna, articulando teses e preenchendo lacunas. Esse breve e denso estudo de Émile Bréhier, tese de doutorado defendida na Sorbonne, no início do século passado, enfrenta com brilhantismo esse desafio, investigando o significado dos 'incorporais'.

Para os estóicos, tudo o que é real é corporal – tanto os seres que apreendemos pela sensação quanto a alma e as virtudes. Como, então, explicar incorporais como os 'exprimíveis' (conteúdos de proposições), o vazio, o lugar e o tempo? Os incorporais não são seres, não podem executar ou sofrer ações, não têm propriedades. Sem admiti-los, porém, não se pode compreender nem falar da natureza. Impõe-se, assim, uma análise dessas noções.

Eis a conclusão do autor: "O exprimível, o vazio, o tempo e o lugar, tais são as quatro espécies de incorporais admitidas pelos estoicos. Eles constituem, ao lado dos únicos seres reais (isto é, corpos), algo de fugitivo e inassimilável, são um 'nada', afirmam os estoicos. Não é entretanto um nada absoluto, pois tais coisas são objetos do pensamento; mas como o ser verdadeiro é o que age ou sofre a ação de outro ser, não se pode classificá-los dentre os seres, nem os acontecimentos, nem o tempo, nem o lugar, pois permanecem, por sua vez, inativos e impassíveis".

Para obtê-la, Bréhier mobiliza teses fundamentais do estoicismo, nem sempre com a desenvoltura desejada. A principal delas: o real nos aparece como uma cadeia de 'acontecimentos'. Isso significaria uma profunda mudança, em relação ao que diziam as principais filosofias da época, platonismo e aristotelismo. Essa é uma virtude do autor: expressar a originalidade dos estoicos, comparando sua filosofia com a tradição. Nesse caso, afirma-se que, quando atribuímos algo a um ser, nos referimos a um acontecimento, não a ligações com outros seres.

Nisso, há diferenças em relação à lógica aristotélica. Nesta, proposições têm a forma A é B, sendo A e B dois conceitos universais de diferente extensão, e a cópula é os liga. A lógica estoica, por sua vez, relaciona um ser e um acontecimento que é apenas um aspecto desse ser, e as proposições são compostas de um sujeito e um verbo que indica tal acontecimento: "Se A, então B", sendo A e B dois eventos diferentes e singulares, mas coexistentes, já que são ações do mesmo ser, sob certa relação de causalidade, que exprime em linguagem algo que não é objeto dos sentidos. O que dizemos dos seres distingue suas ações como acontecimentos, mas se trata sempre de uma unidade orgânica indissolúvel.

As determinações dos seres lhe são intrínsecas, eles agem por sua força interna. Nesse sentido, o 'lugar' do corpo não é apreendido pelos sentidos, é apenas pensado, pois é resultado de sua atividade interna, da expansão de sua tensão. O tempo não tem contato com o ser das coisas, é somente forma vazia, na qual pensamos a sucessão dos fatos. O mundo, em si mesmo completo, não está num vazio, apenas se dilata e contrai. E em outra comparação com a tradição, Bréhier observa: enquanto, para Aristóteles, o movimento é passagem do estado potencial incompleto e imperfeito à finalidade plenamente atualizada, para o estoico é sempre um ato perfeito que se repete.

Certas afirmações podem soar tentadoras à filosofia atual. Bréhier diz, por exemplo, que a causalidade é apenas "uma expressão na linguagem", que é nossa forma de afirmar diferentes modos de ligação "que não correspondem a nada de real". Contudo, esse limite da linguagem não é um problema: expressa antes o fato de não se tratar de relações 'externas' entre seres dissociados, mas sim da própria realização orgânica desses seres, de sua expansão e presença em uma impecável teia de necessidades, garantida pela completa unidade do real.

O elogio do acontecimento singular e de sua particularidade, recusando o ideal platônico-aristotélico da busca do universal, se associa à descoberta de um saber imutável, quando o homem se vê como parte de um todo que necessariamente o engloba. Nesse sentido, e talvez paradoxalmente a olhos contemporâneos, o estoicismo não é a recusa da razão, mas a afirmação de um novo sentido de racionalidade e, inevitavelmente, de uma "metafísica da imanência". Mas nem tudo isso é visível em *A teoria dos incorporais*. Pois esse estudo de Bréhier se amparara, ainda que de forma lacônica, em outra importante tese estoica: o mundo é um ser vivo, animado, corporal, material, que contém em si *logos*, razão. Para compreender as consequências dessa tese, seria preciso conhecer seu *Crisipo e o estoicismo antigo*, uma das mais belas e sistemáticas análises do estoicismo, que também merece tradução.

**Roberto Bolzani**
*Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo*

## Heidegger urgente

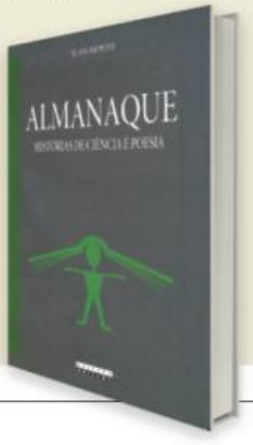
**Oswaldo Giacoia Jr.**
*São Paulo, Editora Três Estrelas, 144 p., R$ 29,90*

Nesta introdução à filosofia de Martin Heidegger (1889-1976), Oswaldo Giacoia, professor titular de filosofia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), não se limita a abordar os principais conceitos formulados pelo pensador alemão. Além de se deter em conceitos como o sentido do Ser, o ser-para-a-morte, a crítica da metafísica e sua superação, e o lugar crucial da linguagem, ele busca refletir sobre como Heidegger pode nos ajudar a pensar a nossa época. Assim, investiga a atualidade das proposições do autor de *Ser e tempo*, sobretudo quanto aos avanços das tecnociências.

## Almanaque: histórias de ciência e poesia

**Juan Nepote**
*Campinas, Editora da Unicamp, 392 p., R$ 54*

Ciência e literatura são modelos complementares para a exploração da natureza. Partindo dessa premissa, o físico mexicano Juan Nepote reúne neste livro alguns artigos que escreveu para o diário *La Jornada Jalisco* (México), em que salienta traços de comunicação entre cientistas e poetas. Por meio de sua prosa saborosa, o leitor convive com personagens como Isaac Newton, Lewis Carroll, Dmitri Mendeleiev, Charles Darwin, Albert Einstein, Leonardo da Vinci, Nikolai Gogol, Fernando Pessoa, Pablo Neruda, entre tantos outros, e compreende que uma e outra – ciência e poesia - enriquecem nossa linguagem e alargam nossa imaginação, confrontando-nos antes com perguntas do que com respostas.




## Geoprocessamento e recursos hídricos

**Cláudio Bielenki Júnior e Ademir Paceli Barbassa**
*São Paulo, EdUFSCar, 257 p., R$ 79*

Conhecer e representar o espaço geográfico é fundamental para qualquer atividade de planejamento ou gestão. Por isso, o geoprocessamento é uma tendência em voga. Mas analisar dados espaciais com o auxílio de sofisticados programas de computador é tarefa complexa. Importante contribuição à área, a publicação da Editora da Universidade Federal de São Carlos traz relevantes informações para quem pretende usar o geoprocessamento para estudar os recursos hídricos. Ricamente ilustrada, a obra funciona como verdadeiro guia para usuários interessados em utilizar o Spring – programa desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Hidrografia, enchentes, irrigação e poluição das águas são alguns aspectos abordados no livro.

## ENGARRAFAMENTOS

*Existem várias falhas epistemológicas e metodológicas no texto de Eduardo Hering e Scheilla Ramos acerca do modelo proposto para engarrafamentos no trânsito (seção Ensaio,* CH *301). A mais séria delas é a que culpa os motoristas pelo engarrafamento. Os autores saíram de seu campo de conhecimento – a física – e adentraram num julgamento moral da sociedade, num raciocínio que culpa o motorista pelo engarrafamento, similar ao que culpa o desempregado pelo desemprego, o paciente pela superlotação no SUS e assim por diante. É interessante o conceito de densidade de partículas em fluxo e que, sendo partículas vivas, apresentam comportamento espontâneo, cujo padrão mais típico, conforme o texto, é acelerar quando a densidade de carros é baixa e frear quando a densidade de carros aumenta. Aqui há mais um viés de raciocínio: se fosse mesmo verdade que o engarrafamento se deve aos motoristas que aceleram, então, o maior problema seria o motorista que desacelera. Ou seja, o problema não seria acelerar ou desacelerar, mas fugir à média de velocidade determinada por uma dada densidade num dado tempo. Do ponto de vista da cinemática, o motorista que anda devagar causa mais engarrafamento do que o que acelera. (...) Basta ver que um caminhão na rodovia causa uma retenção tremenda... Sugiro aos autores que verifiquem modelos de partículas em fluxo e que evitem julgamentos morais de problemas que são sistêmico-sociais. Há o exemplo de pessoas cuja medula óssea produz um número anormalmente elevado de hemácias: o resultado é a formação de microtrombos em vários pontos da circulação sanguínea (e não há hemácias que corram mais depressa que as outras...). Ou o exemplo de uma trilha de formigas domésticas: quando saem em massa atrás de algum alimento, ao longo de seu trajeto é possível notar a formação de pequenos pontos de retenção. (...) O raciocínio dos autores é interessante: à medida que a densidade de carros vai se aproximando do ponto crítico (definido como a densidade na qual o fluxo é inviável), formam-se pontos de retenção aqui e ali, provavelmente de modo estocástico e provavelmente modelável pela matemática do caos. Ou seja, antes de o fluxo de carros parar completamente, pontos de retenção se formam e se desfazem, até que não mais se desfazem e todo o fluxo é interrompido. Não são os motoristas barbeiros e apressadinhos que engarrafam o trânsito, mas o péssimo planejamento urbano que caracteriza este nosso Brasil de Terceiro Mundo...*

Dario Palhares
Brasília, DF

**CH** Os autores, Eduardo N. Hering e Scheilla Maria Ramos, respondem: "O ensaio propõe apenas, como hipótese, uma relação direta entre a densidade de carros e a velocidade média de uma via. Uma consequência imediata da hipótese é que qualquer motorista que acelere a ponto de se aproximar do veículo à sua frente, aumentando assim a densidade local, contribuiria para reduzir a velocidade média. Não há julgamento moral algum nessa afirmação. Veículos com velocidade menor que a 'velocidade média ideal' também causariam efeito idêntico, mas este é percebido de forma mais óbvia e, por isso, foi menos discutido no texto. Portanto, o leitor parece concordar com nossa hipótese quando afirma que o problema seria "fugir à média de velocidade determinada por uma dada densidade em um dado tempo". Quanto à comparação com partículas imersas em um fluido, acreditamos que a mesma não seja válida, pois a principal componente de seus movimentos é determinada pelo arraste pelo fluido e não por decisão própria, como bem frisou o leitor. Na verdade, costumam-se utilizar 'modelos baseados em agentes' para simular o tráfego de veículos. Nesses modelos, as partículas (agentes) são entidades autônomas que buscam atingir seus objetivos num ambiente. O estado desse ambiente influencia na ação do agente e esta influencia na mudança de estado do ambiente, sendo possível representar sistemas complexos onde estruturas globais emergem das interações entre os indivíduos. Finalizando, engarrafamentos não são privilégio do Terceiro Mundo. São um problema compartilhado por pequenas cidades e grandes capitais de países desenvolvidos ou não. Estados e cidadãos podem contribuir de forma efetiva para minorá-lo quando o papel de cada elemento for mais bem compreendido."

## FÍGADO EM RISCO

*Muito bom esse artigo ['Quando o que cura passa a matar',* CH *302].*

Iara Vieira
Comentário na *CH On-line*

## PRÊMIO PARA *CH*

*Parabéns pelo prêmio [Prêmio Imprensa Embratel, dado para a reportagem 'Paraíso dos Agrotóxicos', publicada na* CH *296 – ver p. 53] e por todos os números. Todos os falantes de línguas ibéricas gostariam de ver a ciência ibero-americana melhorar os povos e ser difundida com pujança por todo o mundo (...). A qualidade e experiência do ICH dão uma quase certeza de sucesso da liderança que prevejo para o Brasil (e Espanha) no esforço de colaboração necessário entre os meios de difusão dos vários países ibero-americanos (...).*

Antonio Cristóvão
Comentário na *CH On-line*

## CORREÇÕES

- Na nota 'Sal e doenças autoimunes', na seção Mundo de Ciência (*CH* 302), está incorreta a expressão 'sistema autoimune'. O certo é 'sistema imune'.
- No título da seção 'Qual o problema?' (*CH* 303), está incorreta a palavra 'euclideanos'. O certo é 'euclidianos'.

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

MARCO MORICONI

qual o problema?

FOTO CICERO RODRIGUES

# ARITMÉTICA ECONÔMICA

FOTO SXC

**DESAFIO**

Na segunda troca citada, qual deveria ser o consumo em KPL do segundo carro (beberrão) para que tivesse o mesmo impacto que a primeira troca?

Em tempos ecológicos, é importante pensar bem nas decisões que tomamos, especialmente quando tratamos de 'grandes compras', como a de um carro. Nesse caso, muitos levam em conta a eficiência do veículo, ou seja, o chamado KPL (km por litro).

Em junho de 2008, Richard Larrick e Jack Soll, da Escola de Negócios Fuqua, da Universidade Duke (EUA), publicaram artigo na prestigiosa revista *Science*, 'The MPG illusion' – 'MPG' significa milhas por galão. No trabalho, a dupla investigou a percepção intuitiva que as pessoas têm dessa medida de eficiência.

Aqui, usaremos KPL, adaptando a situação para o caso brasileiro.

Conclusão de Larrick e Soll: a maioria das pessoas acredita que um aumento em KPL corresponde a uma diminuição proporcional no consumo de combustível.

Essa conclusão está errada, porém. Um exemplo ajuda a entender por quê.

Qual das mudanças causa maior impacto no consumo de gasolina: i) passar de um carro que faz 14 KPL para um que faz 21 KPL; ii) passar de um carro que faz 8 KPL para um que faz 12 KPL?

A primeira opção se refere a dois carros razoavelmente econômicos; os outros dois são 'beberrões'.

Mas a pergunta não é qual o carro que consome menos gasolina, mas qual mudança causa maior impacto no consumo de gasolina. A surpresa é que a segunda mudança tem um impacto consideravelmente maior. Vejamos por quê.

Imagine que, em um ano, cada um desses carros percorresse 15 mil km. Nesse cenário, na primeira opção acima, passamos de um consumo de 15.000/14 KPL (aproximadamente 1.071 litros por ano) para 15.000/21 KPL (cerca de 714 litros por ano). Economizaríamos 357 litros por ano.

Na segunda opção, passamos de 15.000/8 KPL (1.875 litros por ano) para 15.000/12 KPL (1.250 litros por ano), com uma economia de 625 litros por ano.

A segunda troca, portanto, tem um impacto bem maior, apesar de os números nos levarem a pensar o contrário – afinal, passar de 14 KPL para 21 KPL parece bem mais do que passar de 8 KPL para 12 KPL.

O problema nesse tipo de intuição é que pensar em KPL é uma medida boa para sabermos qual será nosso custo em combustível, mas não para sabermos o impacto ecológico da mudança. Para isso, devemos saber quantos litros por quilômetro (LPK) são consumidos, que é o inverso da medida anterior.

O ideal seria que duas medidas estivessem presentes na informação do carro, para que se possa fazer uma compra consciente.

Esse é um exemplo interessante em que a matemática é muito simples – trata-se de aritmética básica –, mas as consequências podem ser enormes – principalmente, em uma época em que devemos nos preocupar com a escassez de recursos naturais.

Em tempo: o artigo de Larrick e Soll está disponível (em inglês) em http://bit.ly/1212UFg. CH

**MARCO MORICONI**
Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense
moriconi@cienciahoje.org.br

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Se escolhermos 2 e 7, vemos que 2 x 7 + 1 = 15 = 3 x 5, que é composto.

FOTO: CICERO RODRIGUES

# IMPERATIVOS DE INCLUSÃO

*A agenda da ministra Cécile Kyenge, na estratégica pasta da Integração, é explosiva. Desafia abertamente o ânimo anti-imigração, forte na direita italiana e com larga disseminação social*

O belo e antigo bairro de Niguarda, na zona norte de Milão, foi cenário, na madrugada de sábado, 11 de maio último, de um ataque de fúria serial, perpetrado por um imigrante ilegal ganense, Adam Kabono, de 31 anos de idade. Durante duas horas e meia, seis pessoas foram aleatoriamente atacadas com golpes de barra de ferro e de uma pequena picareta, resultando em um morto e cinco feridos, um deles em estado gravíssimo. Preso pelos *carabinieri*, limitou-se a dizer: "Tenho fome e não tenho casa". O caso provocou, sem surpresa, comoção em Milão, pela violência ali implicada e pela aleatoriedade na seleção de vítimas.

As implicações do fato rapidamente ultrapassaram o âmbito da investigação criminal e acabaram politizadas. Um dia após o evento, em pleno domingo, militantes e políticos da Liga Norte, partido de direita que defende a criação de uma república 'branca', a Padania, que reuniria o norte da Itália, separando-a do sul, atrasado e 'africano', procuraram tirar partido do sucedido. Pensavam em aproveitar a comoção local para proceder ao proselitismo habitual e defender leis mais duras contra imigrantes 'extracomunitários', apresentados como naturalmente propensos à criminalidade. Para orgulho da história de Milão – cidade com forte tradição antifascista –, os moradores de Niguarda, embora afetados pela tragédia, repeliram a investida dos militantes da Liga Norte, acusando-os como oportunistas e "vergonha para os italianos".

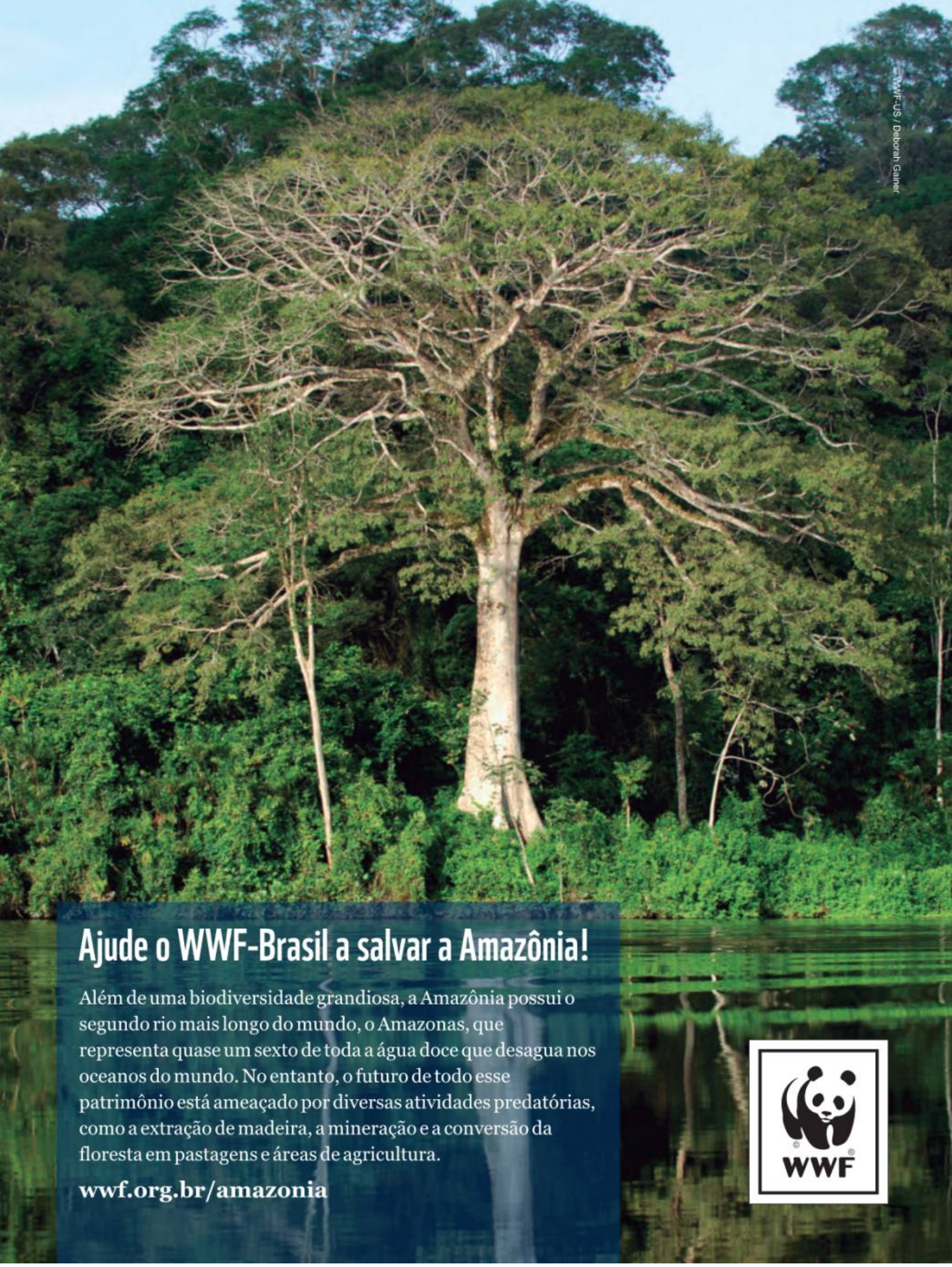
O episódio ocorre em momento nervoso para a questão dos imigrantes na Itália. O novo governo italiano, dirigido por Enrico Letta, do Partido Democrático, em gesto notável, incluiu entre seus ministros uma cidadã italiana nascida no Congo, Cécile Kyenge. A escolha deu passagem a manifestações de racismo explícito e a afirmações do tipo "A Itália não é mestiça", "Kyenge, repatriação imediata" e coisas ainda piores. A União da Comunidade Judaica Italiana exprimiu, de imediato, sua solidariedade à ministra. Houve quem, do lado sadio da linha de demarcação, definisse as manifestações racistas como *vomitevoli* (nauseante), um belo termo, bem apropriado à ocasião.

Qual seria na agenda de Cécile Kyenge? Enganam-se os que julgam que a escolha de Letta deve-se a critérios de quota, determinados pela pigmentação da pele. No entanto, não é assim que a ministra se apresenta. Sua agenda, se aceita, terá impacto civilizatório na Itália. Trata-se simplesmente de adotar o *jus soli* como critério de definição de cidadania. Por tal critério, utilizado nas Américas, por exemplo, são cidadãos – entre outras possibilidades – os nascidos em território nacional. Isso tem como implicação o fato de que filhos de imigrantes, se nascidos na Itália, devem ser considerados cidadãos italianos. A atual regra italiana segue os preceitos do direito de sangue, facultando a cidadania nacional aos filhos de estrangeiros apenas 10 anos após seu nascimento.

O Brasil tanto adota procedimentos de *jus solis* (os nascidos em território brasileiro são brasileiros) quanto de *jus sanguinis* (filhos de brasileiros no exterior são brasileiros, se filhos de funcionários em serviço ou registrados em consulados). O modelo misto orienta-se pela máxima inclusão possível, fundada doutrinariamente na recusa de uma experiência social e cultural racializada.

A agenda da ministra Cécile Kyenge, na estratégica pasta da Integração, é explosiva. Desafia abertamente o ânimo anti-imigração, forte na direita italiana e com larga disseminação social. A depender dos moradores de Niguarda, a ministra não está só. Sua agenda estimula, ainda, o debate a respeito do que deve significar o experimento contraditório da Europa, a um só tempo continente e ideia; lugar de expressão das piores formas de intolerância intercultural e de expressão dos melhores valores de inclusão e de solidariedade. CH

**RENATO LESSA**
Fundação Biblioteca Nacional
Departamento de Ciência Política, Universidade Federal Fluminense
Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa
renato.lessa@bn.br




# Ajude o WWF-Brasil a salvar a Amazônia!

Além de uma biodiversidade grandiosa, a Amazônia possui o segundo rio mais longo do mundo, o Amazonas, que representa quase um sexto de toda a água doce que desagua nos oceanos do mundo. No entanto, o futuro de todo esse patrimônio está ameaçado por diversas atividades predatórias, como a extração de madeira, a mineração e a conversão da floresta em pastagens e áreas de agricultura.

**wwf.org.br/amazonia**

WWF

# INOVAÇÃO
# EMPREENDEDORISMO
# TECNOLOGIA

O Brasil fala cada vez mais estas palavras,
para enfrentar os desafios do presente,
contribuir para o desenvolvimento sustentável,
compartilhar ideias novas,
colaborar para o futuro das novas gerações.

O Cietec tem trabalhado estas palavras
para transformar ciência em riqueza
em benefício de toda a sociedade.

Se você entende o significado delas
venha participar com a gente.

cietec
Inovação e Empreendedorismo

www.cietec.org.br

# INOVAÇÃO
# EMPREENDEDORISMO
# TECNOLOGIA

O Brasil fala cada vez mais estas palavras,
para enfrentar os desafios do presente,
contribuir para o desenvolvimento sustentável,
compartilhar ideias novas,
colaborar para o futuro das novas gerações.

O Cietec tem trabalhado estas palavras
para transformar ciência em riqueza
em benefício de toda a sociedade.

Se você entende o significado delas
venha participar com a gente.

cietec
Inovação e Empreendedorismo

www.cietec.org.br