

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

| NÚMERO 318 | VOLUME 53 | SETEMBRO 2014 | R\$ 10,95



## **COLESTEROL ALTO**

Drogas contra o problema podem ser úteis também para tratar Alzheimer

## **A COPA E OS 'CUCARACHOS'**

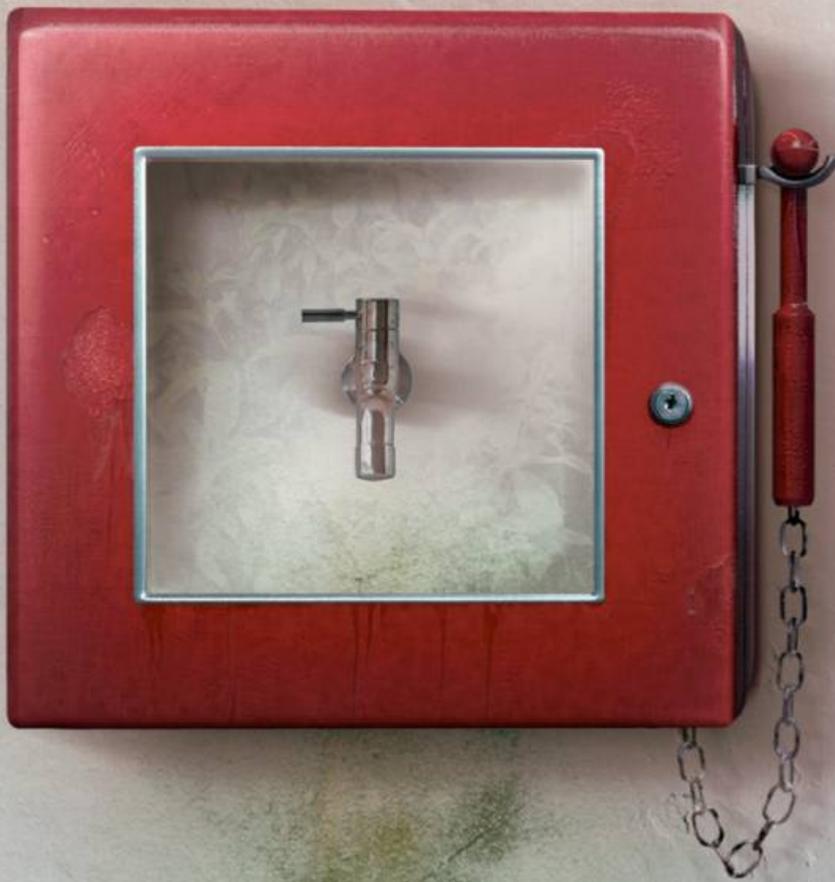
Reflexões sobre como o país do futebol vê a si mesmo

## **A OBSTINAÇÃO DO CRACK**

Apesar de variadas intervenções do poder público, usuários resistem e demarcam territórios

Quando a vida surgiu no  
**UNIVERSO?**

**USE EM CASO DE EMERGÊNCIA.**



**APENAS 0,007% DÁ ÁGUA DO PLANETA É POTÁVEL.**  
**EVITE O DESPÉRDICIO.**



**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, Cuero 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/UFRJ) • 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 Araujo (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** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Sector Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Moutinho. **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilarde e Lucas Lucariny; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa. **Secretária** | Theresa Coelho

**ARTE** | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira. **Computação Gráfica** | Luiz Baltar (ampersand@ampersanddesign.com.br)

**SUCURSAS**  
**NORTE** | Manaus | Coordenador científico | Ennio Candotti | End.: Museu da Amazônia – MUSA – Av. Constelação, 16, Conjunto Morada do Sol, Aleixo. CEP 69060-081 Manaus, AM. Tel.: (92) 3236-5326

**SUL** | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

**SÃO PAULO** | Correspondente | Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (13) 99756-0848 e (13) 3329-4803.

**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | **Superintendente** | Ricardo Madeira; **Publicidade** | Sandra Soares (gerente). End.: Rua Dr. Fabricio Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telef.: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | **Gerente** | Fernanda L. Fabres.

Telef.: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**  
**BRASÍLIA** | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/9972-0741

**PRODUÇÃO** | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araujo

**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.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 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.: (11) 3355-2130.



**APOIO:**



# O INÍCIO DA VIDA

O mistério da origem da vida na Terra acompanha a humanidade desde tempos remotos e ainda é uma questão em aberto. Mas quando ela teria surgido no universo?

Estudos com planetas fora do sistema solar e simulações de computador sobre a constituição química das estrelas têm levado os astrofísicos a supor que a vida no universo possa ter surgido há cerca de 11 bilhões de anos. Isso significa que o universo já tinha aproximadamente 2,5 bilhões de anos de idade quando esse fenômeno complexo e enigmático apareceu – o que só foi ocorrer na Terra quase 9,3 bilhões de anos depois.

Essas estimativas baseiam-se em duas hipóteses: a de que a probabilidade de uma estrela abrigar um planeta como a Terra seja a mesma em todo universo e a de que as escalas de tempo para o surgimento da vida no nosso planeta, após sua formação, também sejam típicas em todo o universo. Esta última é certamente discutível, diante das incertezas ligadas aos processos de contaminação por cometas e meteoritos.

Porém, a partir dessas especulações e levando em consideração que possa haver no universo um enorme número de planetas, é possível pensar que a vida tenha surgido em diferentes galáxias.

Em tempo: não deixe de conferir a coluna de estreia do químico Angelo Cunha Pinto.

*A redação*



CAPA: NASA

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

<b>CH ON-LINE</b>	<b>3</b>	
<b>O LEITOR PERGUNTA</b>	<b>4</b>	Se golfinhos têm sofisticados sistemas de ecolocalização que lhes permitem identificar objetos com alto grau de acurácia, como é possível que acabem tantas vezes presos em redes de pesca?   Como funciona a ação antimicrobiana do cobre?
<b>ENTREVISTA</b>	<b>6</b>	ROFOLDO DIRZO E MAURO GALETTI   BEM-VINDOS À SEXTA EXTINÇÃO EM MASSA   Ação humana seria responsável por efeitos da atual perda de fauna
<b>EXATAMENTE</b>	<b>9</b>	FÁBRICAS VERDES   Descoberta em plantas substâncias com efeito promissor contra o câncer
<b>MUNDO DE CIÊNCIA</b>	<b>10</b>	
<b>A PROPÓSITO</b>	<b>15</b>	O LADO NEGRO DO ENSINO   Propostas didáticas baseadas na 'maldade' dos alunos ganham destaque

**A COPA DE 2014 E OS CUCARACHOS** **16**

Sentimentos associados ao futebol permitem debater como os brasileiros veem a si mesmos no mundo e na América Latina  
 Por Hugo Rodolfo Lovisolo



16

**CINCO PONTOS SOBRE CRACK** **22**

Estudo sobre consumo de drogas por populações 'de rua' revela aspectos que podem ajudar no debate público sobre a questão  
 Por Taniele Rui

**NAVEGAÇÃO OLFATIVA** **26**

Odores produzidos pelos oceanos ajudam as aves marinhas a achar o caminho de volta para suas colônias em ilhas isoladas  
 Por Marcos Rodrigues



26

**COLESTEROL ALTO: VILÃO PARA O CORAÇÃO E TAMBÉM PARA A MEMÓRIA?** **30**

A descoberta de uma associação entre níveis altos de colesterol e Alzheimer leva a novas propostas de tratamento da doença  
 Por Eduardo L. Gasnhar Moreira, Andreza Fabro de Bem e Rui D. S. Prediger

**QUANDO A VIDA SURTIU NO UNIVERSO?** **34**

Dados sobre a evolução de planetas e estrelas levam cientistas a estimar que a vida pode ter surgido há 11 bilhões de anos  
 Por José Antônio de Freitas Pacheco

<b>LINHA DO TEMPO</b>	<b>39</b>	COMÉRCIO E CONCORRÊNCIA   Privilégio português de comércio com as Índias acabou no século 18
<b>EM DIA</b>	<b>40</b>	A ECONOMIA DO OURO AZUL   Cientistas apontam desperdício de água na agricultura brasileira
	<b>43</b>	O MAPA DO EUCALIPTO   Genoma de árvore de grande valor econômico é totalmente sequenciado
	<b>44</b>	SABOR PROLONGADO   Encapsular adoçantes mantém por mais tempo o gosto doce das gomas de mascar
	<b>46</b>	SIMPLICIDADE E EFICIÊNCIA   Prótese para substituir a mão, criada na África do Sul, é aperfeiçoada no Brasil
	<b>48</b>	PARA NÃO CHORAR SOBRE LEITE ADULTERADO   Aparelho portátil e à prova de fraudes detecta alterações no produto
	<b>50</b>	ARRASTO CONSCIENTE   Estudo aponta como aproveitar restos da pesca de camarão com rede de arrasto
	<b>52</b>	ARMADILHA INTELIGENTE   Vibrações geradas por bater de asas permite a novo sensor identificar espécies de insetos
<b>CIDADE INTEIRA</b>	<b>53</b>	A FORMA E O DESEJO   Congresso de arquitetos no Brasil permitirá debate sobre as cidades
<b>OPINIÃO</b>	<b>54</b>	DALTONISMO NAS LEIS DE TRÂNSITO NO BRASIL   Disfunção visual não impede a direção de veículos
<b>ENSAIO</b>	<b>56</b>	O UNIVERSO EM UM MICROCOSMO   Pequenos ambientes naturais são usados para testar teorias ecológicas
<b>MEMÓRIA</b>	<b>58</b>	IMPORTANTE LEGADO DA CORTE PORTUGUESA   Real Biblioteca, a primeira do Brasil, foi aberta ao público há 200 anos
<b>RESENHA</b>	<b>60</b>	CONVITE À REFLEXÃO   Resenha do livro <i>Usos e circulação de plantas no Brasil – séculos XVI-XIX</i> , de Lorelai Brilhante Kury (org.)
<b>CARTAS</b>	<b>62</b>	
<b>QUAL O PROBLEMA</b>	<b>63</b>	ALGORITMOS GULOSOS   Encontrar a melhor opção ajuda a resolver problemas com o troco
<b>SOBREHUMANOS</b>	<b>64</b>	FONTES PASSIONAIS DA VIOLÊNCIA   Encontro debaterá origens de atos violentos humanos

NOTÍCIAS

GALERIA

INSTITUTO CH

VIDEO



FOTO JEFFREY BEAL/IMMEDIA COMARKS - CC BY 3.0

**EPIDEMIOLOGIA > Remediar para prevenir?**

Recomendação da OMS de que homens homossexuais saudáveis devem tomar medicamentos para prevenir a infecção por HIV é recebida com críticas e aplausos. Especialistas dividem opiniões sobre segurança e eficácia da estratégia.

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

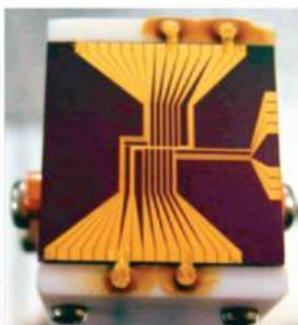


FOTO KEN ICHI NAGASHI/IMMEDIA COMARKS - CC BY SA 3.0

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

**FÍSICA > Laser de poláriton**

Esse dispositivo, tema da coluna de Carlos Alberto dos Santos, possui atributo essencial para a fabricação de circuitos lógicos rápidos: liga e desliga muito mais depressa que o *laser* comum, o que gera a expectativa de seu uso em *chips*.

**BÚSSOLA >** <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola>

**PALEONTOLOGIA > Estereótipos mesozoicos**

Senso comum ainda vê dinossauros como máquinas de matar, mas cientistas defendem representações menos temíveis e creem que novos produtos culturais possam mudar essa imagem.



MARCELO LIMA/COMMUNITAL VETTEROS



FOTO G. CLAPS/PREIMAGES

**Alô, Professor >** <http://cienciahoje.uol.com.br/alo-professor>

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > O poder da boa demonstração**

Experimentar e refletir sobre as próprias ações é sempre preferível a aulas expositivas. Mas, em certos casos, apresentar temas sob novas perspectivas é elucidativo para os alunos, que podem se sensibilizar com conteúdos pungentes.

**NOTÍCIAS >** <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias>

**ESTATÍSTICA > Probabilidade campeã**

Economista português cria modelo probabilístico capaz de antever resultados em torneios de futebol entre seleções. O estudo, de fato, previu com precisão o vencedor da última Copa do Mundo, no Brasil.



FOTO AGENCIA BRASIL/IMMEDIA COMARKS - CC BY 3.0

e muito mais &gt;&gt;&gt;

Acompanhe a CH On-line também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

JOSÉ DEMÉTRIO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Se golfinhos têm sofisticados sistemas de ecolocalização que lhes permitem identificar objetos com alto grau de acurácia, como é possível que acabem tantas vezes presos em redes de pesca?

TAL QUESTÃO vem há tempos intrigando os pesquisadores. Estima-se que, no mundo, mais de 300 mil cetáceos – ordem a que pertencem os golfinhos – são capturados acidentalmente em redes de pesca todo ano. Estudos mostram que eles são capazes de detectar objetos muito pequenos a muitos metros de distância. Mas por que, então, não detectariam as redes?

Existem algumas prováveis explicações. Primeiramente, sabe-se que, quando navegam no vasto oceano, não existe a necessidade constante de usar a ecolocalização, a menos que estejam procurando por comida. Assim, se existe uma rede no caminho, eles talvez não a detectem por não estarem usando seu sofisticado sistema de navegação a todo instante. Essa seria uma das possíveis explicações.

Sabe-se, também, que os cetáceos conseguem usar a ecolocalização para fazer uma varredura geral do ambiente ao seu redor – eles criam assim um mapa cerebral da área. Mas essa varredura acontece em um pequeno intervalo de tempo, após o qual eles deixam de usar esse sistema acústico de orientação. Seria algo como caminhar no escuro dentro de nossa própria casa, onde já conhecemos a disposição dos móveis. Mas todos sabem o que acontece se alguém coloca uma cadeira ou outro objeto inadvertidamente em um lugar não usual.

Uma terceira possível explicação tem a ver com o material com que são tecidas as redes. Trata-se do monofilamento de náilon, um material plástico translúcido que possui uma impedância acústica – que é a resistência ou dificuldade que um material oferece à passagem do som – muito parecida com a da água. Ou seja, as redes não refletem adequadamente os sinais acústicos. É como se elas fossem interpretadas pelos cetáceos como água.

Há outros fatores que influem nesse problema. Por exemplo, golfinhos podem ser atraídos pelos próprios peixes capturados nas redes. Também o ruído ambiental e a própria posição da rede podem interferir nos sistemas de ecolocalização: se a rede estiver inclinada, devido ao movimento do mar, o ângulo de incidência do som e do eco pode não ser favorável para a detecção por parte do animal. Mesmo que eles detectem pontualmente os nós, as chumbadas, os peixes ou demais objetos presos, as redes parecem não ser percebidas pelos golfinhos como uma barreira real, como obstáculo único e contínuo. Pois há uma grande diferença entre detectar um objeto e perceber seu significado. Existem tentativas de se colocar mecanismos refletivos, alarmes acústicos ou mesmo alterar a impedância das redes por acréscimo de substâncias como o sulfato de bário. Mas nenhuma dessas alternativas parece aumentar significativamente a resposta de detecção dos golfinhos.

*Lilian Sander Hoffmann*

MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS,

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



RAFAEL BASTOS, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Como funciona a ação antimicrobiana do cobre?

**ESSA PROPRIEDADE** vem sendo associada a certas características químicas desse elemento. A capacidade do cobre metálico de destruir bactérias, fungos e vírus foi confirmada por pesquisas que compararam esse efeito em diferentes superfícies (compostas desse metal ou de materiais como aço, outros metais, plásticos etc.), mas o processo ainda não foi totalmente elucidado. Acredita-se, porém, que a ação antimicrobiana esteja ligada a íons de cobre que se desprenderiam da superfície metálica e, por serem altamente reativos, causariam sérios danos aos micro-organismos aderidos a esta.

O cobre é um elemento químico que apresenta quatro estados de oxidação: o cobre metálico ( $\text{Cu}^0$ ) e os íons  $\text{Cu}^{+1}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$  e  $\text{Cu}^{+3}$  – os números indicam as cargas positivas dos íons, já que as formas oxidadas perdem elétrons. O íon cúprico ( $\text{Cu}^{+2}$ ) é a forma predominante nos sistemas biológicos, já que o íon cuproso ( $\text{Cu}^{+1}$ ), por ser instável, é facilmente oxidado, perdendo mais um elétron e gerando o íon cúprico. Este é capaz de reagir com o oxigênio e com diversos compostos inorgânicos ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ) e orgânicos. Em suas formas oxidadas, o cobre é altamente reativo e pode alterar os sistemas biológicos com os quais entra em contato, retirando elétrons de moléculas orgânicas, como os lipídios que compõem as membranas celulares e as bases nitrogenadas do DNA, o que as danifica.

Assim, a hipótese atualmente considerada é a de que as superfícies de cobre (e as de suas ligas, dependendo da proporção desse elemento) liberariam íons e que estes reagiriam com moléculas orgânicas com as quais entrassem em contato. Essas reações danificariam as membranas de micro-organismos e, depois, também outras moléculas em seu interior, inclusive os ácidos nucleicos (DNA e RNA). Finalmente, os danos provocados inviabilizariam a sobrevivência de bactérias, fungos e vírus. O cobre, porém, não pode ser usado dessa forma no interior do organismo humano, pois também causaria danos às células.

Essa ação antimicrobiana foi confirmada em estudos com diferentes espécies de micro-organismos, inclusive *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA, na sigla em inglês), linhagem que exibe alta resistência aos antibióticos existentes e é responsável por grande parte das infecções hospitalares. Curiosamente, o cobre é um componente importante da estrutura química de muitas moléculas orgânicas, inclusive várias enzimas e proteínas que exercem papéis relevantes no metabolismo.

Por conta das propriedades bactericidas do cobre, amplamente constatadas, o metal tem sido usado, principalmente nos Estados Unidos, na fabricação de corrimãos, maçanetas, móveis, utensílios hospitalares, barras de aparelhos de fisioterapia e outros. No Brasil, ainda não há boa aceitação desse material para esses fins.

*Mario Julio Avila-Campos*

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



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

RODOLFO DIRZO & MAURO GALETTI

# BEM-VINDOS À SEXTA EXTINÇÃO EM MASSA

Não é um discurso da militância verde. São as conclusões de um novo estudo científico. A biodiversidade da Terra vem sendo dizimada de maneira implacável – mas não pelos recorrentes processos naturais de extinção, e sim pelas atividades humanas.

Desde o início das grandes navegações, que partiram do continente europeu por volta do século 16, o ser humano levou à extinção 322 espécies de vertebrados. E incontáveis outras já estão na lista vermelha do desaparecimento perpétuo. De fato, indícios sugerem estarmos na iminência de uma sexta extinção em massa. Pelo menos é o que defendem os biólogos Rodolfo Dirzo, da Universidade Stanford (EUA), e Mauro Galetti, da Universidade Estadual Paulista, em Rio Claro. Eles são autores do trabalho que foi publicado em julho (*Defaunation in the Anthropocene*, v. 345, n. 6.195) na prestigiosa revista *Science*.

A seguir, a dupla compartilha suas reflexões sobre o tema, e, também, analisa como o *Homo sapiens* tem ‘contribuído’ na manutenção do delicado equilíbrio que sustenta a diversidade biológica do planeta.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



Mauro Galetti (à esquerda) e Rodolfo Dirzo na Universidade Stanford

FOTO: ACERON/RESSON

**Os senhores acreditam que estamos protagonizando uma sexta extinção em massa. Há consenso a respeito disso na comunidade científica?**

**DIRZO** Há um consenso, entre os cientistas modernos, de que a taxa de extinção antropogênica é de ordem de magnitude superior às taxas que ocorrem em tempos de extinção regular. Se as tendências permanecerem nos patamares atuais, elas podem se converter na sexta etapa de uma série de extinções que, de maneira massiva, ocorreram nos últimos 600 milhões de anos [cinco extinções de grande magnitude já aconteceram em nosso planeta; mais informações em <http://www.cienciahoje.org.br>]. Analisando a velocidade com que as espécies avançam desde a categoria ‘não ameaçada’ até as categorias ‘ameaçada’, ‘seriamente ameaçada’ e ‘em risco iminente de extinção’, podemos calcular parâmetros que medem, por exemplo, que em 200 anos poderemos levar 50% de todas as espécies de mamíferos à beira da ex-

tinção. Se começarmos a atuar agora, será possível diminuir e, idealmente, reverter essa velocidade de defaunação.

**GALETTI** Em geral, considera-se extinção em massa quando entre 70% e 75% das espécies viventes são extintas. Até agora, cinco grandes eventos desse tipo foram detectados em registros fósseis. O ser humano ainda não causou essa nova extinção em massa, principalmente porque muitos locais ainda não são acessíveis à exploração. Mas, se mantivermos o atual crescimento populacional, nosso uso de combustíveis fósseis e o uso insustentável das espécies, poderemos em breve chegar bem perto disso.

**As extinções em massa do passado levaram milhares de anos. Não é muito cedo para dizer que estaríamos já presenciando uma sexta? Temos a perspectiva histórica – no tempo geológico – necessária para que essa análise seja conclusiva? Que dados ou números embasam essa ideia?**

**GALETTI** Dados do zoólogo Stuart Pimm, da Universidade de Duke, nos Estados Unidos, sugerem que estamos acelerando em mil vezes a taxa de extinção natural. Perdemos em torno de 11 mil a 58 mil espécies por ano. Do ponto de vista da abundância, nos últimos 40 anos muitas espécies tiveram suas populações reduzidas em cerca de 30%.

**Na natureza, a extinção de espécies é um processo natural, não?**

**DIRZO** Na história do planeta, a maioria das espécies que surgiram teve como destino a extinção. Portanto, é um processo natural e contínuo. Entretanto, esse processo – exceto em situações catastróficas, como nas cinco extinções massivas anteriores – se desenvolve ao longo de milhares ou milhões de anos. Em contraste, agora, por influência humana, estamos convertendo o processo natural de extinção em um fenômeno que ocorre, literalmente, em um breve instante geológico.

**GALETTI** Todas as espécies que já surgiram na Terra um dia irão se extinguir. Essa é a única certeza que existe. A extinção é um processo natural, e as espécies vivem em torno de 1 milhão de anos, dependendo do grupo.

**Preservar a fauna não é apenas uma bandeira do ambientalismo. Os senhores afirmam que a biodiversidade é decisiva para o próprio bem-estar do ser humano. Por quê? Podem nos dar exemplos?**

**DIRZO** Pode-se entender a preservação da fauna como uma responsabilidade moral e ética. E também como um problema de interesse social. É importante reconhecer que a biodiversidade do planeta, em última instância, é resultado de 3,5 bilhões de anos de evolução orgânica, que, com inumeráveis ensaios de prova e erro,

## POR QUE PRECISAMOS PRESERVAR OS ANIMAIS? NÃO É APENAS PORQUE SÃO 'BONITINHOS'. É PORQUE ELES FORNECEM SERVIÇOS AMBIENTAIS IMPRESCINDÍVEIS À SOBREVIVÊNCIA DE NOSSA PRÓPRIA ESPÉCIE

Mauro Galetti

resultou na exuberante riqueza biológica que atualmente povoa a Terra. É um 'privilegio cósmico' nossa espécie poder compartilhar o planeta com uma quantidade de acompanhantes tão grande como nunca antes houve na história da vida. Penso que é uma responsabilidade ética prezar para que essa riqueza natural não seja extinta por nossas ações. De outra perspectiva, essa diversidade é responsável por prestar serviços ecológicos dos quais a humanidade depende.

**GALETTI** Insetos polinizam 75% da produção agrícola do mundo, e a redução na fauna de abelhas e outros polinizadores pode diminuir a produção de alimentos. Morcegos e aves também controlam pragas agrícolas: nos Estados Unidos, o serviço desses animais é estimado em 4,5 bilhões de dólares ao ano. A defaunação também afeta a qualidade da água. O declínio de sapos e perezucas aumenta a quantidade de algas e detritos nos ecossistemas aquáticos onde vivem. Outro exemplo emblemático é o da onça-pintada. Esse felino controla a população de capivaras, que, por sua vez, controla a população de carrapato-estrela [*Amblyomma cajennense*]. Esse carrapato provoca, no ser humano, a febre maculosa – doença potencialmente fatal, que é, aliás, um problema de saúde pública em várias regiões do Brasil. Então, por que precisamos preservar os animais? Não é apenas porque são 'bonitinhos', mas sim porque eles fornecem serviços ambientais imprescindíveis à sobrevivência de nossa própria espécie. O ser humano não conseguirá viver no planeta sozinho. Muitas espécies são fundamentais à nossa sobrevivência.

**Algumas pesquisas sugerem que, no futuro, apenas espécies de pequeno porte, como camundongos, ratos e gambás, sobreviverão em nosso planeta. Qual o embasamento dessa predição?**

**DIRZO** No caso dos vertebrados, os impactos são notavelmente diferenciados: à medida que espécies de grande porte diminuem, pela influência humana, observa-se que aquelas de tamanho menor tendem a aumentar. É o caso de roedores. Em nossos estudos, temos documen-

>>>

## EM 200 ANOS, PODEREMOS LEVAR 50% DE TODAS AS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS À BEIRA DA EXTINÇÃO

Rodolfo Dirzo

tado que essa defaunação diferencial conduz a um incremento de mais que o dobro na abundância de roedores em savanas experimentalmente defaunadas no Quênia e na Tanzânia. Essas manipulações experimentais, levadas a cabo sob condições controladas com rigor, nos permitem chegar a tais estimativas. Até onde se pode ver, espécies de vida curta, de tamanho corporal menor, e que não precisam de grandes extensões de hábitat – e, claro, que não sejam sujeitas à caça – provavelmente prevalecerão no futuro.

**GALETTI** Tudo indica que poucas espécies grandes de mamíferos sobreviverão. O processo de defaunação interfere com mais veemência sobre os animais maiores. Animais domésticos de grande porte também sobreviverão, mas graças ao homem. Elefantes, girafas, gorilas, orangotangos, antas, macacos-aranhas e outros animais terão pouca probabilidade de sobreviver com os seres humanos se não modificarmos nossa pegada ecológica no planeta.

### Quantas espécies existem atualmente na Terra?

**DIRZO** Ironicamente, essa é uma pergunta para a qual não temos resposta definitiva. Temos catalogadas cerca de 2 milhões de espécies de plantas, animais e fungos. Sabemos, porém, que o número de espécies não catalogadas é muito maior que o número de espécies conhecidas. Diversos pesquisadores têm proposto diferentes cálculos – alguns sugerem a existência de até 30 milhões de animais invertebrados tropicais. Entretanto, a cifra mais aceita fica em torno de 10 milhões de espécies existentes na Terra. Claro que esse número, seguramente, não é definitivo.

### Quais são as atividades humanas que mais impactam a biodiversidade? Urbanização desmedida? Agricultura? Poluição das mais variadas formas?

**DIRZO** Quatro são as principais: a destruição de habitats (desflorestamento, fragmentação florestal); a sobre-exploração (caça, tráfico ilegal); o efeito de espécies invasoras; e, sobretudo, a perturbação climática antropogênica. O detalhe mais crítico que temos observado, no entanto, ainda que falte muito por estudar, é o fato de que essas quatro forças não operam em isolamento. Seus efeitos serão sentidos, cada vez mais, de forma combinada, em sinergia. Essa será talvez a causa predominante do agravamento da defaunação global.

### A discussão proposta pelos senhores concentra-se na biodiversidade de vertebrados terrestre, certo? O que podemos dizer sobre as espécies aquáticas?

**GALETTI** Nossos dados, assim como os de vários outros pesquisadores, são apenas para vertebrados e alguns invertebrados terrestres. Seria interessante ver como está ocorrendo a defaunação nos oceanos e rios, para analisar como esses dados podem ou não corroborar com nossas hipóteses. Se olharmos para as tendências populacionais de peixes, tubarões, raias e baleias, tenho certeza de que a defaunação também está ocorrendo nos ecossistemas aquáticos.

### Quando falamos de biodiversidade, normalmente nossa atenção se volta mais aos animais de maior porte – pandas, felinos, enfim, animais carismáticos ou 'bonitinhos'. Mas a fauna microscópica também exerce papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Como contabilizar a extinção de espécies que não vemos a olho nu? Que reflexões podemos ensaiar a respeito disso?

**DIRZO** Um primeiro passo importante é documentar a situação dos animais menores, em particular a dos invertebrados, como insetos, por exemplo. Um dos principais resultados de nosso artigo é que colocamos em evidência o fato de que populações de invertebrados também se encontram terrivelmente ameaçadas. Nas últimas quatro ou cinco décadas – em que a população humana praticamente duplicou – as populações de muitos invertebrados se reduziram à metade. Nossa reflexão é que, se não remediarmos a defaunação, ela será um processo cada vez mais crítico. Consequências: perderemos os grandes serviços ambientais que diferentes espécies nos proporcionam.

### Em biodiversidade, o Brasil tem importância estratégica. Como temos administrado essa condição?

**GALETTI** O Brasil detém a maior biodiversidade do planeta. E está jogando fora o enorme poder que ela tem em termos de gerar bem-estar humano. É como queimar uma biblioteca sem ler os livros. Estamos perdendo informação. Continuamos copiando padrões econômicos gerados por países com pouca diversidade. Infelizmente, a agenda ambiental não é pauta dos políticos – pois ela dura muito mais do que quatro anos. Se aprendermos a utilizar a biodiversidade de forma a proporcionar bem-estar às pessoas, estaremos realmente mudando o mundo. Hoje, a comunidade científica brasileira já produz ciência para apontar e resolver muitos dos nossos problemas ambientais. Mas como a agenda ambiental é sempre colocada como um impedimento do 'progresso', estamos perdendo a oportunidade de ser um exemplo a ser copiado. 

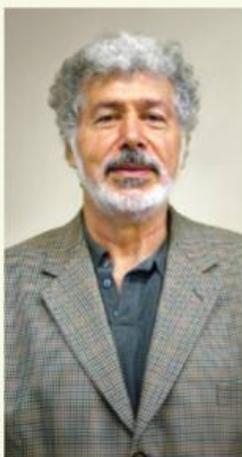


FOTO LUCIA BEAZIR

*Mais uma vez, os químicos vão buscar na natureza os fármacos do futuro*

## FÁBRICAS VERDES

As plantas se assemelham a fábricas especializadas em produtos químicos. Por isso, os químicos de produtos naturais, antes de investigar uma planta, procuram, nas bases de dados da literatura científica, estudos feitos com espécies do gênero ou da família em questão. Essa informação é importante, porque os métodos e as técnicas de separação a serem usados no isolamento das substâncias (metabólitos) produzidas nas diferentes partes do vegetal dependem de sua natureza química.

Por exemplo, a família *Violaceae*, à qual pertencem as violetas, especializou-se em produzir ciclotídeos, miniproteínas cujas moléculas são 'fechadas' – ou cíclicas, como preferem os químicos – e formadas por 28 a 37 'tijolos básicos' (aminoácidos).

Os ciclotídeos atraíram o interesse de pesquisadores não só por seu formato único, mas também por serem estáveis, graças à presença, nessas miniproteínas, de três pontes, cada uma delas formada por um par de átomos de enxofre ligados entre si. Essas pontes são resíduos de um aminoácido, a cisteína, muito usado na indústria – por exemplo, encontrado, em suas diversas formas, em aromas artificiais, massas alimentares, xampus e medicamentos para dissolver o muco.

Os ciclotídeos, por sua vez, têm suas próprias (e várias) propriedades biológicas, como veremos. Outras famílias botânicas (*Rubiaceae*, a do café; *Solanaceae*, das trombetaeiras; e *Fabaceae*, das plantas com vagens) também contêm ciclotídeos.

Em laboratório, a tarefa de isolar, purificar e identificar os ciclotídeos não é das mais simples, mesmo para químicos experientes, que, por vezes, são obrigados a usar técnicas muito sofisticadas e equipamentos caros, como espectrômetros de massa, ressonância magnética nuclear e raios X.

Componentes do sistema de defesa da planta, alguns ciclotídeos mostraram atividade potente contra 10 linhagens de células tumorais humanas. E, ao que tudo indica, com ação diferente daquela das drogas an-



VIOLA ODORATA L.

IMAGEM EXTRAÍDA DO DICCIONÁRIO DAS PLANTAS MEDICINAIS

ticâncer conhecidas. Mais: sua toxicidade para células de leucemia foi 10 vezes maior do que a observada para células saudáveis.

A estrutura compacta que confere aos ciclotídeos estabilidade excepcional e a variedade de suas atividades biológicas fazem dessa classe de substâncias naturais uma plataforma promissora para chegar a novas moléculas com potenciais aplicações terapêuticas e agrícolas.

Além disso, essas miniproteínas cíclicas podem ser facilmente manipuladas e modificadas, para melhorar sua disponibilidade no organismo, bem como sua eficácia contra alvos específicos. Os químicos começam agora a mostrar que sabem, além de isolar e identificar essas moléculas, também produzi-las em laboratório.

Mais uma vez, os químicos vão buscar na natureza os fármacos do futuro. Não é por outra razão que 60% dos medicamentos fabricados pela indústria tenham essa procedência histórica e que 70% dos antibióticos e mais da metade dos anticancerígenos sejam igualmente de origem natural. Tudo isso graças às plantas, essas fábricas verdes (e ainda inexploradas) de produtos químicos. 

**ANGELO CUNHA PINTO**

Instituto de Química,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
angelocpinto@gmail.com

DESTAQUE > FÍSICA > GRUPO PREVÊ O MOMENTO EM QUE UMA GOTA IRÁ (OU NÃO) RESPINGAR AO CAIR

# Quando ocorre um respingo?

**T**alvez, muitos se perguntem por que artigo sobre uma gota se espalhando contra uma superfície ganhe o destaque deste mês. Possível resposta: os resultados mostram como um assunto aparentemente trivial tem aplicações amplas na indústria, na agricultura e na medicina.

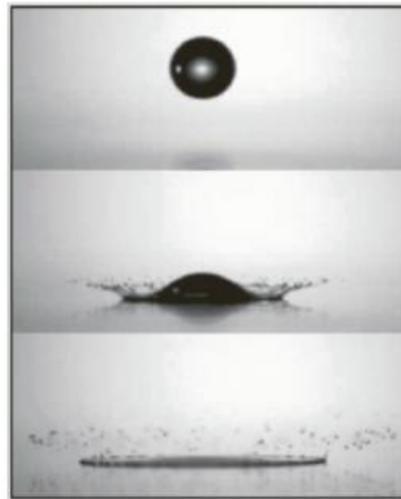
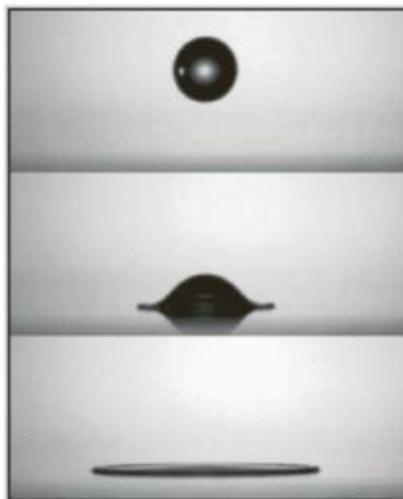
O(a) leitor(a), talvez, já tenha observado uma gota de café, leite ou qualquer outro líquido manchando o chão da cozinha. Às vezes, as bordas da gota estão caracterizadas por respingos (gotículas); às vezes, a gota está redondinha, sem respingos.

Por que e quando ocorre (ou não) um ou outro caso?

Os físicos Guillaume Riboux e José Manuel Gordillo, da Universidade de Sevilha (Espanha), apresentaram agora uma fórmula que, pela primeira vez, prevê com boa precisão os dois cenários.

Os físicos já desconfiavam de alguns dos fatores que fazem uma gota respingar. Por exemplo, é meio óbvio que, quanto maior a velocidade da queda, maior a chance de respingos. Mas o fenômeno é bem mais complexo. Devem-se levar em consideração grandezas como o tamanho (diâmetro) da gota, bem como a densidade, a viscosidade e as forças moleculares tanto do líquido quanto do gás que rodeia a gota.

A fórmula encontrada por Riboux e Gordillo – que determina a velocidade-limite para uma gota espirrar ou não – juntou todas essas grandezas, destacando, porém, o papel do gás. Mas o grande diferencial da fórmula foi acrescentar um ingrediente novo: a distância que cada molécula do gás pode viajar antes de se chocar com uma companheira – tecnicamente, isso é chamado livre caminho médio.



Imagens de gota que se esparrama sem respingar e de uma com respingos

Os próprios autores se surpreenderam com a descoberta – afinal, é intrigante que o respingo de uma gota milimétrica (ou seja, algo macroscópico) dependa de algo que é milhões de vezes menor, isto é, molecular (nanométrico).

**COLCHÃO DE AR** Um esquema geral para o fenômeno é o seguinte: uma gota cai sobre uma superfície dura. Com a colisão, uma camada de ar se instala sob a gota. Se essa camada for temporária, a gota continua se esparramando, e o resultado final é uma marca sem respingos. Mas se esse colchão de ar continuar aumentando (crescendo para cima), as bordas da gota ficarão instáveis, e surgem os respingos – por sinal, o voo das gotículas expelidas se dá pela mesma ‘força’ que mantém um avião no ar.

A fórmula resultou tanto de experimentos com líquidos (oito tipos) quanto de análises teóricas. A dupla usou filmadoras de alta velocidade – dois filmetes estão em: <http://bit.ly/1pEB4uj>.

**SERVE PARA QUÊ?** O(a) leitor(a) tem todo o direito de perguntar: e isso serve para quê? Qual a utilidade de estudar um fenômeno do cotidiano ‘desinteressante’? Aprende-se algo com isso?

A fórmula de Riboux-Gordillo – publicada em *Physical Review Letters* (v. 113, n. 2, p. 024507, 2014) – tem uma lista de potenciais aplicações. Algumas: evitar os borrões de tinta das impressoras; prever a dispersão de inseticidas; entender a transmissão de doenças entre plantas; melhorar a pintura e o revestimento de superfícies; investigar cenas de crimes, calculando a altura da qual caiu uma gota de sangue.

Lição: fenômenos triviais do cotidiano ainda têm muito a ensinar à ciência.

Em tempo: Se alguém quiser ler um excelente conto no qual o protagonista é uma gota ‘suspeitíssima e temida’, fica a sugestão: ‘Uma gota’, do escritor e jornalista italiano Dino Buzzati (1906-1972). Há uma tradução aqui: <http://bit.ly/XJnKf4>.

G. RIBOUX & J. M. GORDILLO, *PHYS. REV. LETT.* (2014).

MEDICINA

## LUZ NOTURNA E CÂNCER

Exposição à luz durante a noite fez tumores crescerem mais rapidamente e tornaram células cancerosas resistentes a um medicamento. Espera-se que o experimento ajude a entender por que alguns pacientes não reagem bem ao tratamento e como o modo de vida pode influenciar no progresso da doença.

A revista *The Scientist* relata que a equipe de Steven Hill, da Universidade Tulane (EUA), implantou tumores de mama humanos em ratos. Depois, dividiu os animais em dois grupos: o primeiro, em regime de 12 horas de luz e 12 horas de escuridão total; o segundo, 12 horas de luz e 12 horas de luz tênue – como a que entra pela fresta da janela, por debaixo da porta ou emitida por um equipamento eletrônico.

A luz fraca, segundo os autores, diminuiu significativamente a produção de melatonina (hormônio secretado pelo cérebro, principalmente durante a noite), mas não chegou a afetar comportamentos ligados ao ciclo dia-noite do organismo (dormir, comer etc.). Sabe-se que a melatonina está ligada à supressão de mecanismos bioquímicos que podem levar ao câncer.

Os resultados da equipe revelaram dados inquietantes: os tumores cresceram, em média, 2,5 vezes mais rapidamente nos roedores expostos à luz tênue noturna que no outro grupo. Mais: os tumores continuaram a crescer em ritmo acelerado mesmo depois de os animais receberem tamoxifeno, droga comumente usada no tratamento de câncer de mama. No grupo mantido em total escuridão, os tumores regrediram. Esses resultados estão em *Cancer Research* (25/07/14).

Ao fazerem a necropsia dos ratos, os autores notaram, nos animais expostos à luz noturna, a presença, em altos níveis, de

moléculas que promovem a resistência das células cancerosas ao tamoxifeno. Nos roedores que permaneceram no escuro, a presença dessas moléculas foi menos comum.

Quando os animais do primeiro grupo passaram a tomar (via água) melatonina pouco antes do ciclo de luz tênue, tanto a velocidade de crescimento dos tumores quanto a resistência ao tamoxifeno diminuíram. A equipe obteve resultados semelhantes com a implantação de tumores de câncer de próstata nos roedores.

Hill e colegas não sabem dizer qual a relação entre a melatonina e o medicamento.

Os pesquisadores pretendem testar a estratégia em humanos com câncer de mama, dando a eles melatonina antes – e isso é importante – de irem para a cama e não durante o dia, pois, nesse caso, em estudos anteriores, o efeito do hormônio associado ao tamoxifeno apresentou ação bem modesta em experimentos anteriores.

Para a *The Scientist*, Hill disse que, por enquanto, o conselho é o seguinte: pacientes em tratamento de câncer de mama deveriam dormir em escuridão completa, evitando até deixar uma tela de computador ligada ou qualquer outra fonte de luz de intensidade semelhante, porque ainda não se sabe qual a quantidade de luz necessária para interferir na produção de melatonina. E, claro, nada de se automedicar e tomar o hormônio por conta própria.



MEDICINA

## Da pele à medula

Células extraídas de um idoso ajudaram a regenerar a medula espinhal de roedores. Os resultados, com implicações importantes para a área que estuda o tratamento de lesões na coluna vertebral, trazem, além de fatos surpreendentes, um revés e uma dúvida.

A equipe de Mark Tuszynski, da Universidade da Califórnia em San Diego (EUA), extraiu células da pele de um homem de 86 anos de idade. Em laboratório, elas foram forçadas a regredir à condição de células-tronco pluripotentes, capazes de se transformar em qualquer tecido do

organismo. Feito isso, foram embebidas com o chamado fator de crescimento e, nessa condição, enxertadas na medula espinhal lesionada de ratos – as lesões tinham duas semanas.

A boa notícia: as células-tronco, que se transformaram em células nervosas (neurônios), multiplicaram-se na área lesionada e – mais surpreendente – também se espalharam pelo sistema nervoso central dos animais, chegando ao cérebro. Os resultados estão em *Neuron* (20/08/14).

Revés e dúvida: o movimento das patas dos animais não foi recuperado. Moti-

vo (ainda duvidoso): os tecidos formados com base nas células-tronco apresentaram cicatrizes. E, "muito provavelmente" – disse Tuszynski à *Ciência Hoje* – sejam elas as responsáveis pela não recuperação dos animais, pois agem como barreiras, evitando a conexão dos neurônios. Com resultados assim, vale o lema dos escoteiros: "Sempre alerta" – principalmente, em área tão sensível como essa, com especial interesse para pessoas com deficiência física.

A equipe já está trabalhando para que o método seja aplicado a humanos.

SINTONIA FINA

## O ‘Erramos’ da ciência

O jornal *Folha de S. Paulo* tem o bom hábito de corrigir, na seção ‘Erramos’, as informações erradas ou imprecisas que publica. Nos últimos meses, bem que a ciência merecia algo parecido, pois o período foi marcado por impressionante quantidade de resultados ou retratados, ou corrigidos, ou (lamentavelmente) fraudados. Todos eles, reverberados com entusiasmo pela mídia – inclusive, aqui. Vejamos alguns desses casos.

O primeiro desses resultados foi anunciado aqui (CH 314) como “Revolução”, pois, se confirmado, seria merecedor de um Nobel – afinal, era para ser uma das mais importantes descobertas dos últimos 100 anos. Era para ser. Mas, pelo jeito, não foi e, talvez, nunca seja: os resultados do Bicep2, um telescópio sofisticadíssimo na Antártida, indicavam a detecção de ondas gravitacionais (perturbações no chamado espaço-tempo). Mas tudo indica que o que os pesquisadores acharam ser as tais ondas era na verdade um efeito causado pela poeira interestelar da nossa galáxia. [Em tempo: há poucos anos, houve o caso de partículas elementares (neutrinos) que violavam a teoria da relatividade, ao viajarem com velocidades maiores que a da luz no vácuo (300 mil km/s). No final das contas, era um cabo com defeito.]

O(A) leitor(a) também viu aqui (CH 313) o caso do chamado bebê do Mississippi, que, tudo indicava, estava totalmente livre do vírus da Aids, mesmo depois de interromper o tratamento com antivirais por 27 meses. A notícia renovou a esperança na cura da doença. Pois bem (ou mal), novos exames mostraram que a criança ainda é portadora do HIV.

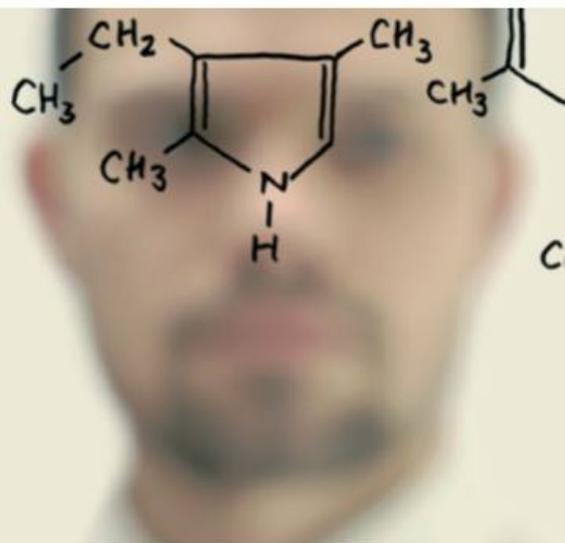
Capitalizada por gente que não acredita no aquecimento global – ou não quer acreditar, como o poderoso lobby do petróleo –, a expansão recen-

te do gelo antártico, anunciada em tom de mistério, pode ter sido superestimada – ou ser um equívoco. O culpado parece ser um erro de calibração de equipamentos em um dos satélites responsáveis pela coleta de dados. Resultado: os autores da revisão (*Cryosphere*, v. 8, 1.289-96, 2014) dizem que é possível que os relatórios do IPCC (sigla, em inglês, para Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) de 2007 ou 2013 estejam contaminados com esses erros.

Sai, agora, uma retratação de artigo publicado em *Nature* (20/08/2008) em que os autores alegavam haver obtido células-tronco pluripotenciais (ou embrionárias) – ou seja, com capacidade de se transformar em quaisquer tecidos do organismo – a partir de células de testículo humano. Na retratação (<http://bit.ly/1AV2yli>), os autores parecem ainda ‘espernear’, alegando que as conclusões “não são tão robustas” quanto as apresentadas no artigo original, que, desde então, tem sido altamente citado. Uma possível consequência científica – e social, por que não? – do caso: comprometimento de toda uma cadeia (possivelmente longa) de resultados baseados naquelas afirmações.

Mas o fato arrasa-quarteirão do momento – o(a) leitor(a) também viu aqui (CH 312) – foi a fraude envolvendo a obtenção de um resultado que, para a biologia, poderia ser comparado à detecção das ondas gravitacionais citadas acima: células adultas sob estresse (pressão mecânica ou acidez) regrediriam à condição de células-tronco embrionárias. Os dois artigos, publicados em *Nature* (29/01/14), foram recebidos com entusiasmo ímpar, pois eliminavam um problema ético dos grandes: a destruição de embriões.

A pesquisadora Haruko Obokata, que assinava os dois trabalhos, con-

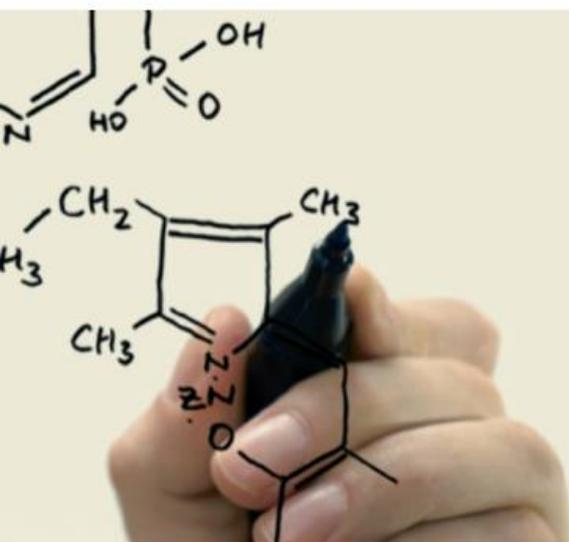


fessou a fraude, com a agravante de plágio. Sentença: má conduta científica. Mas o dano estilhaçou a reputação dos autores seniores, alguns renomados especialistas na área de biologia de células-tronco. Um dos membros da equipe se suicidou.

Lições? Talvez. Mas, certamente, há discussões pertinentes. A primeira: impressiona o fato de equipes com tantos especialistas (doutores) não ligarem o ‘desconfiômetro’ diante de um resultado excepcional – afinal, como já foi dito, grandes descobertas requerem provas excepcionais.

O(A) leitor(a) pode – e deve – perguntar: qual a culpa da mídia? Não é possível para jornalistas – mesmo os mais especializados – identificar erros ou fraudes – principalmente, se os resultados passaram por pareceristas. Coisas como “pode”, “talvez”, “é possível” afastam a verdade peremptória, definitiva, mas, claro, não evitam nem erro, nem fraude. Inclusão de opiniões divergentes? Quem está disposto a discordar de resultados que envolvem (literalmente) centenas de PhDs – alguns deles, por vezes, prêmios Nobel ou nobelizáveis – que passaram pela avaliação por pares?

A lição – se é que há alguma – é que a ciência, como cultura que é, está sujeita às mazelas humanas. Erros e fraudes são apenas duas delas. Errar faz parte da atividade científica – e há erros que resultam em acertos importantes. Mas as fraudes são, sim, de-



ploráveis. O problema é que, cada vez mais, está difícil estabelecer a fronteira entre uma e outra. Pareceristas, por sua vez, não têm como repetir os experimentos para verificar a autenticidade dos dados e o alcance das conclusões. Um parecerista revelou que aceitou o artigo das células-tronco 'estressadas' com base na... reputação dos autores.

A síntese da síntese é a seguinte: errar é científico; fraudar é humano.

No fundo, a cultura científica reflete a natureza humana: cria e destrói, como mostra a história (principalmente, a do século passado). E faz isso com a eficiência da grandeza deslumbrante do intelecto humano e com a ferocidade sem alma da guerra. Ver a ciência como a cultura que é talvez seja o maior favor que possamos fazer a ela, pois isso ajuda a entender a nós mesmos.

P. S.: Nestes 100 anos da eclosão da Primeira Guerra, vale a pena ler dois artigos: i) 'Shut up and calculate!' (Cale a boca e calcule!, em: <http://bit.ly/1y9CizG>), do historiador da ciência David Kaiser, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA), sobre relações – por vezes, fraternais – entre ciência e guerra; ii) 'Women in science: temporary liberation' (Mulheres na ciência: liberação temporária), de Patricia Fara, da Universidade de Cambridge (Reino Unido): <http://bit.ly/1ogDdyi>.

DIVULGAÇÃO

## Inteligência artificial

Entende de programação? Quer concorrer a um prêmio de US\$ 25 mil (cerca de R\$ 60 mil). Então, é o caso de inscrição no concurso que declarará vencedor o programa (ou robô) que souber responder a perguntas aparentemente simples para humanos, mas traiçoeiras para artefatos tecnológicos de inteligência artificial.

'A mercadoria não cabe na mala, porque ela é grande. O que é grande?' Até uma criança não hesitaria em dizer que é a mercadoria. 'O médico examinou o paciente porque ele estava doente. Quem estava doente?'. Esse tipo de pergunta – que usa personagens e objetos do mesmo gênero, pronomes etc. – ganhou o nome de esquemas de Winograd, em referência a seu criador, Terry Winograd, da Universidade Stanford (EUA).

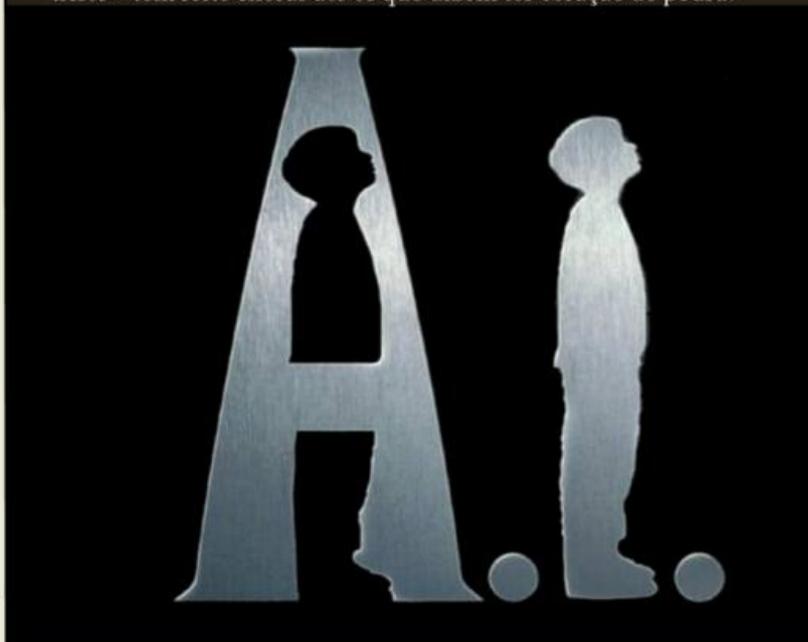
As perguntas de Winograd, dizem quem é do ramo, não permitiriam que o programa-respondedor 'se escondesse' atrás de truques verbais, brincadeiras ou respostas evasivas. Isso ocorreu recentemente, quando um programa foi capaz de passar no chamado teste de Turing.

Bem, especialistas dizem que o teste de Turing não demonstra que uma máquina pode atingir inteligência comparável à humana, mas apenas que ela pode enganar humanos, fazendo-os acreditar que o respondente é outro humano. Já o esquema de Winograd seria uma alternativa a isso e, segundo especialistas, evitaria o tal engodo.

O que é inteligência? Um programa que pudesse responder a todas as perguntas feitas a ele seria inteligente? Os cientistas esperam aprender bastante com o concurso, mas eles ainda não sabem responder a essas questões.

Detalhes (em inglês) do concurso: <http://www.commonsenseasoning.org/winograd>

P.S.: O filme *A.I. – Inteligência Artificial*, de Steven Spielberg (2001), é excelente, uma fábula moderna de *Pinóquio*. Alerta: extremamente triste – tem feito chorar até os que dizem ter coração de pedra.



# Assim caminhou a humanidade

Esta pode ser a pegada de *Homo sapiens* mais antiga conhecida pela ciência. Idade agora reavaliada: 36,5 mil anos. Ela é uma das 51 pegadas que sobraram das 400 descobertas em 1965 – e, desde então, destruídas por exploradores e turistas – na caverna Ciur-Izbuc, nos montes Cárpatos (Romênia). À época, foram avaliadas como tendo entre 10 mil e 15 mil anos.

A nova datação – feita a partir de ossos de ursos encontrados no local e publicada em *American Journal of Physical Anthropology* (07/07/14) – reavalia também o número de indivíduos que deixaram as pegadas: passou de três (um homem, uma mulher e uma criança) para seis ou sete (uma criança, certamente).

Em 2011, surgiram evidências, na Tanzânia, de uma pegada que seria de *Homo sapiens* e que teria 120 mil anos. Mas os resultados nunca foram publicados.

CHECHNO, DAVINO, MERRI ET AL. AM. J. PHYS. ANTHROPOL. 2014



FOTO: CECILIO RODRIGUES

*A abordagem pragmática adotada pelo professor transformado em vilão, no seriado, é bem mais motivadora do que os ensinamentos na tradicional sala de aula*

## O LADO NEGRO DO ENSINO

Quando o teto se rompe e restos mortais humanos semidigeridos por ácido fluorídrico concentrado caem no chão, o professor de química explica irritado ao ex-aluno, e agora parceiro de crime, que não deveria ter colocado o corpo na banheira para ser consumido pelo ácido. Segundo suas instruções, deveria ter sido usado um recipiente de plástico, que teria resistido à ação daquela substância.

O objetivo da cena, vista por muitos na televisão em um seriado bem cuidado, *Breaking Bad*, pode não ter sido ensinar química, mas, por envolver um personagem carismático, ela transmitiu, querendo ou não, algum conhecimento para os telespectadores. Se, na mesma cena, o professor decidisse explicar didaticamente em um quadro negro as propriedades do ácido fluorídrico, talvez milhões de ávidos telespectadores tivessem absorvido e entendido aquele capítulo da química. Na verdade, outros ensinamentos poderiam ser veiculados ao longo do mesmo seriado, porque o drama central do professor decorre de sua decisão de sintetizar metanfetamina (uma droga ilegal) e vendê-la para resolver sérios problemas financeiros.

Não seria recomendável, naturalmente, ensinar todas as etapas para a síntese e a cristalização da metanfetamina, mas não seria surpresa se esse seriado fizesse ressurgir o interesse pela química, um ramo da ciência considerado excessivamente árido por muitos. Fica evidente, no entanto, que a abordagem pragmática adotada pelo professor transformado em vilão, no seriado, é bem mais motivadora do que os ensinamentos na tradicional sala de aula.

Algumas iniciativas semelhantes, que exploram o lado perverso dos alunos, já existem na área da física, outra matéria que afugenta os estudantes, e se baseiam na construção de equipamentos cujo uso prático foge consideravelmente do objetivo das feiras de ciência convencionais. A coleção 'Science for the evil genius' ('Ciência para o gênio do mal'), da prestigiosa editora McGraw-Hill, inclui dezenas de livros com

lições variadas, que poderiam ser classificadas de questionáveis pelos pedagogos, tais como os '15 projetos perigosamente loucos para o gênio do mal'.

Embora os livros alertem os leitores sobre aspectos de segurança e avisem que os projetos foram elaborados para ser educativos e divertidos, eles não disfarçam o nítido viés do 'mal'. Entre os projetos, por exemplo, está a construção de um canhão eletrônico que gera pulsos eletromagnéticos fortes o bastante para destruir circuitos eletrônicos, como os que compõem aparelhos de som. Esse aparelho seria eficaz para interromper, por exemplo, uma festa em que a música ultrapassasse níveis sonoros toleráveis. Infelizmente, o canhão não discriminaria quais circuitos seriam destruídos: dentro de seu alcance, uma pessoa com um marca-passo teria problemas sérios.

Independentemente das considerações sobre o que é ou não politicamente correto, não há dúvida de que a coleção é um sucesso e que continuará se expandindo à medida que o interesse crescer.

Que o conhecimento confere a seu detentor um grande poder não se discute. Vale lembrar a afirmação do austríaco Max Perutz (1914-2002), premiado com o Nobel de Química em 1962, em seu livro *A ciência é necessária?*: os cientistas mudaram nossas vidas mais drasticamente que as estrelas da televisão, os estadistas e os militares. No entanto, a aquisição do conhecimento – e, com ele, o poder – é ainda um assunto polêmico, que há tempos divide educadores e pesquisadores.

Que professor, de qualquer nível do ensino, não ouviu reclamações do tipo: "para que eu tenho que aprender isso"? A resposta, quando é proferida, quase sempre é difusa e em geral acaba frustrando ambas as partes, em especial o estudante mais imediatista. Resta saber se essa nova tendência educativa, pouco canônica, responde à pergunta e tem de fato valor acadêmico. E, sobretudo, por que esse apelo alternativo é tão forte? 

### FRANKLIN RUMJANEK

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

# A COPA DE 2014 E OS *CUCARACHOS*

Reflexões sobre  
futebol, latinidade  
e identidades  
torcedoras



A cada quatro anos, a Copa do Mundo agita os sentimentos dos brasileiros. Esse evento traz à mente algumas ideias sobre como o 'país do futebol' vê a si mesmo no mundo e no contexto latino-americano. É possível perceber, por exemplo, que os brasileiros se diferenciam chamando de *cucarachos* os vizinhos que falam espanhol, mas também podem assumir essa identidade se a comparação é com os europeus. Esse e outros aspectos, entre eles a oscilação entre ufanismo e autodepreciação (para a qual o futebol e as Copas também contribuem), são interessantes temas de análise. Um ponto de partida para pensar sobre tudo isso é a própria palavra *cucaracha* e os diversos significados que esta ganhou ao longo dos tempos.

Hugo Rodolfo Lovisolo  
Grupo de Esporte e Cultura, Universidade do  
Estado do Rio de Janeiro (professor aposentado)

REBEKA VASCONCELOS/JUSTICE 2010



Quando cheguei ao Brasil, vindo da Argentina, lá por 1976, logo me disseram que eu era um *cucaracho*. Devo reconhecer que não entendi as razões do apelido, e ninguém conseguiu explicá-las. Achei apenas curioso e não me ocorreu que poderia ser um insulto: nada indicava essa direção nos gestos. Ao contrário, achava receptivo e cordial o apelido dado pelos colegas brasileiros. Além de tudo, uma rua importante do Rio de Janeiro é a Barata Ribeiro e a palavra ‘bicho’ pode ser usada carinhosamente. Coisas de brasileiros, pensei. Mais ainda quando se considera o poder da autoimagem brasileira sobre a cordialidade, a alegria, a hospitalidade e a receptividade – tão louvadas e, segundo a mídia, constatadas em pesquisas.

Talvez a amabilidade extrema do brasileiro se transforme em seu oposto: as altas taxas de homicídio. Especificar a cadeia dessa transformação, porém, não é fácil. O historiador Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982) parece dizer isso quando fala do homem cordial, emotivo, cujo arco daria conta tanto da amabilidade quanto da extrema violência da sociedade nacional. Outro deslocamento fartamente salientado é o que vai do elogio da grandeza brasileira para a enunciação de seu ‘complexo de inferioridade’, a famosa metáfora do ‘vira-latas’ criada pelo escritor Nelson Rodrigues (1912-1980), esse popular frasista. Ele também dizia que toda unanimidade é

burra e, com base nisso, gosto de brincar com um silogismo: se a unanimidade é burra e se, por unanimidade, o Brasil tem o melhor futebol, então o Brasil é burro. Ou com a aparente contradição entre ‘unanimidade burra’ e ‘acreditar unanimemente em algo’.

Na Copa do Brasil, recém-encerrada, os deslocamentos foram postos de novo em circulação pública. Passamos muito rapidamente da ‘pátria de chuteiras’ à ‘pátria descalça’, ou com chuteiras cada vez menores (ver ‘Pátria de chuteiras?’, em CH 314). Salientar esses altos e baixos da autoimagem do Brasil é uma constante entre ensaístas e pesquisadores. Eles afirmam que o Brasil é um país ciclotímico. Mais ainda a partir do futebol, área em que os resultados têm um peso quase absoluto e os jornalistas reveem suas projeções a partir dos resultados. Um exemplo está nas opiniões sobre a seleção brasileira antes, durante e depois da Copa do Mundo.

**Origens da *cucaracha*** Volto ao qualificativo do início do texto. Certamente, os brasileiros estariam colocados fora da tribo dos *cucarachos*: estes são os outros. Os latino-americanos são os *cucarachos* e, clara e distintamente, os falantes de espanhol.

Na infância, cantávamos uma música sobre “*La cucaracha ya no puede caminar, porque no tiene, porque le faltan las dos patitas de atrás*”. As *mamitas* carinhosas até



podiam chamar seus filhotes de *cucarachita*, talvez porque deviam ser protegidas para não serem pisadas. Aliás, pisar uma barata sempre foi um joguinho que gerava o prazer dos sons *crack* e *crusch*, que parecem próximos do termo inglês *cockroach*. Com esses antecedentes, eu não me podia sentir ofendido quando me diziam “*cucaracho*, lhe pago um chope”.

A música *La cucaracha* é um famoso corrido mexicano, cujo momento de auge ocorreu durante a Revolução Mexicana, nas primeiras décadas do século 20, embora suas origens sejam atribuídas, de modo obscuro, aos tempos da tomada da cidade de Granada, em 1492, que encerrou a guerra contra a presença árabe na Espanha. Como bom produto popular, teve variadas versões. Contudo, um fato se destaca. *Cucaracha* foi, e talvez ainda seja, o nome popular da *marihuana* (maconha) no México. Assim, em uma das antigas versões, a música dizia: “*no podía caminar, porque no tenía marihuana pa’ fumar*”.

Cultural e politicamente, então, *La cucaracha* está enraizada na história mexicana. E também na gastronomia: há restaurantes com esse nome em Estocolmo (Suécia) e em outros lugares: a comida mexicana não rejeita o inseto e o põe como marca de uma tradição gastronômica, como se pode comprovar acessando a internet.

Nada disso devia ser sabido pelas *mamás porteñas* que ensinavam a canção e, ainda menos, pelas crianças que a cantavam em sua versão mais inocente (a das *patitas*). Não sabíamos que a primeira versão gravada foi da dupla mexicana Paz Flores e Francisco Montalvo, em 1934, seguida pela interpretação do norte-americano Louis Armstrong, em 1935. De lá para cá, as gravações são muitas. Uma visita ao YouTube permitirá desfrutar ou odiar algumas delas. Dizem que os norte-americanos chamam os mexicanos de *cucarachas* ou *cucarachos*. Talvez simplesmente porque estes cantam a música que tem esse nome. Ou por conta de seus quentes sonhos com o estilo de vida mexicano que, curiosamente, lembram os sonhos dos *hermanos* argentinos sobre o Brasil, na busca de um exoesqueleto feito de sol, tequila ou cachaça, *marihuana*, sons e sonhos nos doces braços de uma mestiça, mulata, talvez chamada Leonor (como em outra música, *O rancho da goiabada*).

**Preguiça ou competência?** A vida do inseto *cucaracha* parece ser o oposto cultural da vida das abelhas e das formigas (tanto quanto os estilos de futebol brasileiro e rio-platense se distinguem do trabalho de equipe do futebol inglês ou alemão). A barata não aparece na lista dos insetos trabalhadores exemplares e co-



*La Cucaracha Cocktail Club, Cidade do México, cerca de 1930*

letivos. Eles, os desenvolvidos, são as abelhas ou formigas, e resta para nós sermos os *cucarachos*. Já temos os animais totêmicos!

Os mexicanos podem até se sentir orgulhosos pelo apelido dado pelos norte-americanos. Mais ainda quando pensam que essa identidade a partir do ‘outro’ (os Estados Unidos) é valorizada, pois estaria apontando para uma vida boa, distante e quase oposta à que aparece nos conselhos do norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790) sobre trabalho, dinheiro e a conhecida ‘salvação’ da cultura protestante. Alguns brasileiros também se sentem alegres quando alguém, como o sociólogo italiano Domenico De Masi, derrama elogios ao ócio, na velha linha da ‘preguiça brasileira’, excelentemente apresentada na modinha *De papo pro ar* (de Joubert de Carvalho e Olegário Mariano), aquela que fala do “rio de Jereré” e que pode ser considerada ‘música de raiz’ – gosto enormemente da interpretação de Ney Matogrosso.

>>>

Outros brasileiros, no entanto, preferem enfatizar a imagem do desenvolvimento tecnológico, da competência e da eficiência para termos uma Copa das Copas, entre outras coisas. Ficam ressentidos, como o ex-presidente Luiz Ignácio Lula da Silva, quando são representados apenas de 'papo pro ar'. Temos, assim, mais uma oposição ou ambiguidade entre a virtude do 'ser brasileiro' e as margens do rio Jereré (o passado) e a inserção no Vale do Silício (o futuro), enquanto metáfora do polo de tecnologia e globalização e, por certo, da eficiência.

Nada do que aqui foi relatado parece ser sabido pelos brasileiros que já usaram o termo de forma pejorativa, o que parece acontecer cada vez menos. Será que eles apenas copiavam aos norte-americanos e, então, os que estão no Sul são *cucarachos*? Será que os brasileiros, na Copa do Mundo, gostariam de pisar um argentino como se fosse uma barata, para que faça *crack* e *crush*? Não acredito em tais sentimentos em um povo alegre e cordial como o brasileiro.

Apesar disso, os brasileiros chamam os argentinos de maricas, no sentido de homossexuais, em tom politicamente incorreto. Em minha infância, *marica* ou *maricón* era usado, sobretudo, no sentido de egoísta, de pouco participativo. Se alguém não emprestava a bola, era *un maricón*. Não tínhamos noção das conotações homoafetivas. A ninguém ocorreria pensar que um *boludo* era alguém com grandes 'bolas'. Usávamos essa expressão no sentido de tonto, desatento, burro, impróprio e coisas parecidas. Mais uma palavra dual, como tantas outras, que podem ser usadas de maneira afetuosa ou agressiva.

FOTO: LUIZ BALDI



**Uma identidade latina** O interessante – e também contraditório – é que, com a vitória do futebol europeu na Copa do Mundo, uma parcela dos brasileiros passou a se identificar como *cucarachos*, e poderíamos apostar que eles também se identificam com ideologias latino-americanistas (*La patria grande*) e progressistas, anti-imperialistas ou de esquerda. Essas conjunções ideológicas são particularmente interessantes.

A adoção brasileira do apelido talvez possa ser parcialmente explicada quando lembramos que, em 1976, Henrique de Souza Filho, o Henfil, publicou um livro, *Diário de um cucaracha*, resultado de suas experiências nos Estados Unidos quando, entre 1972 e 1975, tentou tratar sua saúde naquele país – sem muito êxito, dizem. Ser confundido com um falante de espanhol era parte da rotina que o rebaixava ou estigmatizava. Se identificar com o qualificativo que denigre é bastante frequente. Assim, é bem possível que os brasileiros de esquerda, e ser de esquerda é ser anti-imperialista, se possível desde criança, passaram a se ver no mote de *cucaracho*, aliando-se aos *hermanos* latino-americanos.

Graças ao Henfil, a complexidade aumentou. Podemos ser brasileiros em um nível e *cucarachos* (isto é, latino-americanos) em outro. Todos os estudantes de antropologia social aprendem logo isso com o inglês Edward Evans Pritchard (1902-1973), um dos pilares da chamada antropologia social.

Apesar dessa identidade adotada, o adversário privilegiado entre os torcedores do Brasil é um *cucaracho*: Maradona, *El Pibe*, esse que os argentinos pretendem que foi superior a Pelé, o Rei. Tudo isso é muito complexo e contraditório. Maradona é uma versão aumentada do *cucaracho*, tanto na vida pessoal quanto na política. Vejam suas entrevistas a Fidel Castro, sua participação no programa *La zurda* (que pode ser traduzido como *A canhota* ou *A esquerda*) e ainda os solavancos de sua vida 'privada'. Vejam também o que é considerado como prepotência 'maradonista'.

## ESPORTE É CULTURA

Sociólogo, antropólogo e pós-doutor em ciência do esporte, radicado no Brasil há quase 40 anos, o autor realiza estudos sobre aspectos socioculturais nas áreas de educação física, lazer e esporte. É um dos coordenadores do Grupo de Esporte e Cultura, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que mantém o blogue <http://comunicaçãoeesporte.com>, e já publicou diversos livros e artigos sobre o futebol e temas associados.

A pretensão se torna uma agressão: se o Brasil perde o Rei como o melhor, poderá continuar sustentando que é o país do futebol? O Brasil tem cinco Copas, é verdade, mas já existem dois corredores com quatro, Itália e Alemanha! As provas de que há um país do futebol parecem estar emagrecendo. As chuteiras estariam se reduzindo?

Supomos que um *cucaracho* deve torcer por outros *cucarachos*. Durante a Copa do Mundo, torci por todos eles, e quando dois se enfrentavam fiquei equânime, em profundo respeito ideológico por todos os irmãos latino-americanos. Não deveria torcer por formigas ou abelhas que disciplinadamente trabalham em equipe e organizam o melhor modo de ganhar uma Copa e conquistar os anfitriões, como fizeram os alemães, ainda que admire a qualidade de seu futebol e pense que podemos aprender muito com eles.

Parece que o imenso ego argentino (imagem bastante entendida e consensual, promovida por piadas e contos argentinos populares no Brasil uns anos atrás), talvez mais notável na prepotente fração ‘maradonista’, não se abala com o apelido de *cucaracho*. Mais ainda quando podem entender que esse termo (que teria surgido nos Estados Unidos e vigorado apenas no Brasil, primeiro para os ‘gringos latinos’), teria sido depois adotado por muitos brasileiros como autoqualificativo.

O ego brasileiro, diferentemente, se importa muito com a associação de negros com macacos e bananas. As reações às bananas jogadas em campo são provas suficientes e têm um caráter quase global. Se um argentino diz “macacos me mordam”, todos os argentinos podem ser vistos como racistas – um caso basta para confirmar ‘hipóteses’ rígidas (isto é, preconceitos). Hoje, não sabemos se cabe usar a palavra ‘negro’ como uma descrição. Pode gerar um processo por discriminação? Na escala evolutiva, contudo, colocamos os macacos em um plano superior, embora as baratas sejam mais antigas e, segundo consta, resistiriam a todas as formas de extermínio.

Curiosamente, a imagem de “a preço de banana”, ideia de coisa barata, se faz presente. Ora, como é possível que a mesma palavra – barata – tenha significados tão diferentes como ‘de baixo preço’, ‘inseto’ e também ‘sensação de prazer’ (como ao chamar de ‘barato’ o efeito da maconha, em particular, e o prazer de modo ge-

ral)? Os mexicanos seriam clarividentes quando chamam a *marihuana* de *cucaracha*? A única relação que surge em minha mente parece ser a facilidade: na compra de algo de baixo preço, no crescimento do vegetal, na multiplicação resistente do inseto e no prazer. Temos que demandar aos especialistas esclarecimentos linguísticos, embora a identificação das coisas seja bastante complexa quando estas são retiradas de contextos particulares de uso.

**Baratas tontas** Pode-se dizer que os brasileiros estão como ‘baratas tontas’ no entendimento de sua relação com os argentinos e, de modo geral, com os falantes de espanhol. Eles tornam os argentinos ativos participantes de suas publicidades (correm boatos de que Maradona recebeu R\$ 2 milhões para participar da publicidade de um sítio de compra e venda de objetos usados – devendo, portanto, continuar declarando que é melhor que Pelé em benefício de suas finanças), os batizam com um apelido bizarro sem saber por que razões e também os veem como o adversário predileto a ser vencido.

No entanto, parece existir um bloqueio para entender por que fazem tudo isso e como tudo isso ressurgiu em uma Copa do Mundo. Coisas do futebol, mas não apenas do futebol? Os brasileiros devem se assumir como baratas ou procurar sua identidade com abelhas e formigas? Devem esquecer a identidade da *cucaracha* e construir uma diferente? No caso do futebol, isso não é fácil. A história das Copas vencidas, e de alguma não ganha, leva o nome dos *cucarachos* que subiram ao pódio. Teríamos que construir uma nova história do futebol? Este seria o legado da Copa de 2014?

A Copa no Brasil será por longo tempo matéria para reflexão e interpretações. Tomem meus apontamentos sobre as *cucarachas* e as baratas como um convite para refletir, aproveitando a alegria que o futebol nos pode proporcionar. 

## Sugestões para leitura

EVANS-PRITCHARD, E. *Os Nuer*. São Paulo, Perspectiva, 1978.

HELAL, R.; SOARES, A. J. e LOVISOLO, H. *A invenção do país do futebol*. Rio de Janeiro, Maud, 2001.

HELAL, R.; LOVISOLO, H. e SOARES, A. J. *Futebol, jornalismo e ciências sociais: interações*. Rio de Janeiro, EdUERJ e Faperj, 2011.

HELAL, R. e DO CABO, A. *Copas do Mundo: comunicação e identidade cultural no país do futebol*. Rio de Janeiro, Eduerj, 2014.

# Cinco pontos

O consumo de drogas, em especial o *crack* e particularmente entre a chamada 'população de rua', é um tema complexo, que causa preocupação e aciona reações variadas do poder público, de entidades não governamentais, dos meios de comunicação e da opinião pública. O acompanhamento, ao longo de três anos, de equipes que atuam na assistência e no cuidado a usuários de *crack* em áreas onde estes se concentram, nas cidades de São Paulo e Campinas, permite abordar cinco aspectos, com a intenção de contribuir para o debate público sobre a droga.

**Taniele Rui**

*Drugs, Security and Democracy Fellowship (programa de pós-doutorado),  
Social Science Research Council (Estados Unidos),  
e Fundação Escola de Sociologia  
e Política de São Paulo*



# sobre *crack*

O primeiro ponto a ser ressaltado é o de que a compreensão da experiência do consumo de *crack* não pode ser explicada unicamente pelas propriedades químicas da substância ou, usando os termos de Maurício Fiore, em tese recente sobre uso de drogas, pelos seus “agenciamentos avassaladores” sobre o organismo humano. Mas eles não devem também ser negados.

Para uma perspectiva mais complexa e inter-relacionada sobre o assunto, é preciso observar como esses efeitos continuamente repetitivos se ligam à produção de traços, expressões, marcações e comportamentos corporais específicos (ou seja, corporalidades), e como essas corporalidades só podem ser entendidas à luz de toda uma trama social bem mais ampla. Uma trama que envolve pessoas, substâncias, sensações, instituições, disputas políticas e terapêuticas, objetos, ideias e espaços.

Nessa mesma direção, é ainda pouco útil querer saber ‘por que’ as pessoas usam *crack* ou ‘por que’ se dirigem

para espaços como as chamadas ‘cracolândias’, uma vez que os motivos que fazem alguém começar a usar *crack* ou se dirigir para tais espaços – territorialidades – não são os mesmos que o fazem continuar. Mais proveitoso, portanto, é indagar ‘como’, ‘com quem’ e ‘de que modo’ as pessoas estabelecem relações com a substância e com os espaços, pois nesses cenários elas têm que criar e contar com estratégias de uso e com aproximações conjunturais. Essas estratégias e aproximações são necessárias, no limite, para a manutenção da vida – o que torna o ‘problema do *crack*’ algo muito mais complicado.

Ao fim dessa argumentação, porém, é preciso dar um passo atrás e recordar que, seja qual for o envolvimento de alguém com o *crack*, esse envolvimento é sempre situacional e variável ao longo de uma trajetória específica, bem como do contato com uma rede de outros usuários. Lembrar, sobretudo, que esse consumo, no fundo e no fim das contas, revela apenas uma face – pequena – de tudo aquilo que uma pessoa é.

FOTOS: MARCO DAMASCENO/REUTERS/CONTRASTO

>>>



**Impactos políticos** O *crack* não teve só efeitos negativos. A fala pública em torno de uma ascensão do consumo e dos consumidores da droga no Brasil – que, entretanto, não se configura uma epidemia – impulsionou a criação e reestruturação de recentes políticas de saúde pública no país, especialmente as específicas sobre drogas.

Entre 2004 e 2005, o próprio texto da política do Ministério da Saúde reconhecia o “atraso histórico” do Sistema Único de Saúde (SUS) em se posicionar sobre a questão do consumo de drogas. Mas, a partir de 2009, quando começa a aumentar a veiculação de notícias sobre *crack*, surge um enfoque crescente na estruturação de uma rede de serviços públicos para tratar a questão, incorporando inclusive a abordagem de redução de danos (a oferta de orientações e cuidados de saúde, sem repressão, ancorada na defesa de direitos humanos), pelos Centros de Atenção Psicossocial – Álcool e Drogas (CAPSads). Nesse período, há o fortalecimento das equipes de consultório de rua, bem como a elaboração de distintos planos integrados e intersetoriais. A posição oposta também ganha relevo: é visível a efervescência das discussões sobre internações involuntárias e compulsórias, aliada ao fortalecimento econômico e político das comunidades terapêuticas.

O que se extrai disso, portanto, é que a ampla exposição em torno do *crack* contribuiu para acirrar as disputas públicas sobre os modelos de tratamento para a dependência química e para gerar um emaranhado de instituições e atores cujos conflitos por recursos, poder, legitimidade e terapêutica têm movimentado, e muito, a cena pública contemporânea. Se há nisso embates, há também efeitos políticos significativos, dos quais o principal é o fato de que o uso de drogas foi, em definitivo, assumido como uma “questão de saúde pública”.

**Espaços e gestões** Os espaços de consumo de *crack* não são homogêneos. Ao contrário, são bastante distintos entre si, como demonstraram os três enfocados na minha tese de doutorado. Uma linha de trem em Campinas permitiu destacar a relação entre os usuários de *crack* e os participantes do tráfico de drogas. Um prédio abandonado ocupado por usuários, em um bairro residencial da mesma cidade, evidenciou a relação entre esses usuários, os moradores do bairro, um projeto modelo da gestão municipal e uma operação policial que acabou por expulsá-los. Na chamada ‘cracolândia’, na região da Luz, em São Paulo, a dinâmica caótica torna excessivamente conflituosas as interações entre usuários de *crack*, pequenos traficantes, jornalistas, pesquisadores, policiais, instituições religiosas, assistenciais e serviços médicos, imersas em interesses políticos, imobiliários, repressivos e humanitários.

Além disso, foi possível perceber que, em cada um desses locais, existem níveis específicos de gestão. Enquanto os traficantes se preocupam em gerir, sobretudo, a circulação dos usuários, as gestões estatais mesclam gerenciamento do espaço com diferentes tipos de assistência e repressão. Essas atividades, muito longe de atuarem em conjunto, têm suas relações pautadas por desentendimentos, disputas e desacordos, tanto profissionais quanto políticos.

O que isso permite compreender é que, a depender de onde os usuários de *crack* se localizam e de como e com quem interagem, há níveis diferenciados de violência física e simbólica, de gestão social e policial e de segregação espacial e moral, que devem ser cuidadosamente identificados, antes de qualquer proposta de intervenção.

**A atenção ao corpo** Bem longe do que se imagina, os usuários de *crack* não assistem passivamente ao definhamento de seus corpos. Ao contrário, eles ‘fazem’ isso com os próprios corpos – o que não significa que se trata de um projeto pessoal, mas indica que eles fazem ponderações sobre a ‘situação’ em que se encontram, que se envergonham dela às vezes, mas que também sabem utilizar essa condição para provocar medo em quem os encara (e isso pode ou não coincidir com assumir ou personificar a figura do ‘noia’ – como é designado pejorativamente o consumidor compulsivo da droga).

Desse modo, o estudo notou que eles tentam tomar distância do próprio corpo, tentam refazê-lo e refletem elaboradamente em relação aos outros consumidores, indicando múltiplas possibilidades de “não estar tão bem, mas nem tão pior”, como dizia uma pichação na ‘cra-colândia’. Procuram, assim, o asseio diário; cuidam do engrossamento dos dedos e das rachaduras das bocas e estão atentos ao emagrecimento excessivo. Em suma, eles lutam cotidianamente consigo mesmos para moldar o próprio corpo, a própria pessoa – já que aprenderam, a duras penas, que mudanças corporais implicam mudanças nas relações sociais.

O que confere dramaticidade ao consumo, no entanto, é que esse esforço de remodelação nem sempre é bem-sucedido. O risco de fracasso é muito grande, porque, como já mencionado, há um trágico embate entre sensações físicas, representações discursivas, adequação a práticas sociais e busca por prestígio moral. Vê-se, a partir daí, a ambivalência do corpo: é o lugar onde se expressa a agência individual e também o que sofre as mais sérias intervenções e coações sociais.

**Elemento mediador** Num momento histórico em que se enfatizam os ‘superpoderes’ do *crack*, contrapostos à falta de discernimento normalmente atribuída aos usuários, há um elemento mediador que é pouco analisado: o cachimbo.

Nesse estudo, dedicando atenção a tal artefato, sob uma nova perspectiva, foi possível abordar outros participantes do complexo social e material do qual os usuários de *crack* são parte. Esses objetos e seus restos, inseparáveis da constituição e identificação de uma cena de uso, são sinais que orientam a caminhada dos usuários, dos redutores de danos, de um sem-número de instituições assistenciais e religiosas, e mesmo da polícia. É grande o tempo dedicado a conversar sobre os melhores materiais para confeccioná-los, bem como é impactante a relação íntima que muitos demonstraram com seus cachimbos, aos quais com frequência dão nomes próprios.

Mais que isso: a partir dessa relação entre usuários e cachimbos, ficam patentes as disputas entre as secretarias de Saúde e de Segurança. As apreensões policiais desses objetos compõem um processo metonímico para classificar seus portadores e justificar a ação repressiva. Em outras palavras, os cachimbos põem em relevo, de modo inusitado, as cenas de uso, a criação de um mercado, o dilema moral presente em sua distribuição e no próprio consumo de *crack*, o trânsito de saberes entre os profissionais de saúde progressistas (os redutores de danos) e os usuários, os diversos atores envolvidos nessas dinâmicas, a busca de direitos políticos, as fronteiras móveis entre pessoas e coisas e – mais que tudo – a ameaça sempre presente da violência física e simbólica. Ou seja, alguns dos elementos componentes do cotidiano desses usuários, alguns dos laços que constituem essa existência.

## 10 anos de estudos

Os pontos específicos a respeito da questão do *crack* destacados neste texto foram selecionados a partir de estudos realizados pela autora, por 10 anos, sobre o tema das drogas. Esses estudos levaram à produção da tese de doutorado intitulada ‘Corpos abjetos: etnografia em cenários de uso e comércio de *crack*’, defendida pela autora no Programa de Pós-graduação em Antropologia Social da Universidade Estadual de Campinas.

**Resistência territorial** Enfim, aqui estão apresentados, muito sinteticamente, cinco aspectos sobre *crack* que, longe de serem isolados, são melhores quando em conjunto. Substâncias, corpos, ideias, objetos e pessoas se unem a tramas de relações sociais, políticas e terapêuticas que só se tornam concretas em um espaço, um território específico.

Ao escolher esses pontos, a intenção é evitar repetir as narrativas que enfocam a falta, a miséria humana, a alienação com o entorno, o ‘reino dos zumbis’, a ausência estatal, o exótico, o feio, aquilo que se deve evitar. Contrariando essas representações da questão do *crack*, este texto busca evidenciar tanto os aspectos positivos do fenômeno quanto os menos óbvios, esperando auxiliar na discussão pública e política sobre o tema.

Essa abordagem é orientada pelo fato de que intervenções violentas das autoridades no cotidiano desses usuários são hoje lugar-comum nos centros urbanos brasileiros. Esse tratamento materializa espacialmente uma complexa interação entre polícia e cidade, que confirma, no cenário atual, aquilo que sociólogos como Vera S. Telles e Daniel V. Hirata vêm definindo como “gramática bélica”, cada vez mais militarizada, aplicada aos espaços urbanos. O mercado (em especial o imobiliário), sempre à espreita, acompanha essa gramática e os métodos de gerenciamento, contenção e recuperação que, lançados sobre os usuários, teimam em proliferar.

Em 2014, ano de grandes eventos e intervenções, constata-se a insistência dos usuários em permanecer nesses espaços, em meio a tantas sujeições, humilhações e tentativas de eliminação. Tal obstinação é a prova mais cabal e dramática de suas resistências territoriais. 

## Sugestões para leitura

HIRATA, D. ‘A produção das cidades securitárias: polícia e política’, em *Le Monde Diplomatique* (disponível em: [www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=1123](http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=1123))

HIRATA, D. e TELLES, V. ‘A gramática bélica da segurança’, em *O Estado de São Paulo*, 18/11/2012 (disponível em: [www.estadao.com.br/noticias/arteelazer,agramatica-belica-da-seguranca,961584,0.htm](http://www.estadao.com.br/noticias/arteelazer,agramatica-belica-da-seguranca,961584,0.htm))

RUI, T. ‘Corpos abjetos: etnografia em cenários de uso e comércio de *crack*’ (tese de doutorado na Unicamp). Disponível em: <http://www.biblioteca.digital.unicamp.br/document/?code=000863903>

# Navegação olfativa

As aves encontram seus ninhos seguindo odores

Pardelas-de-bico-amarelo procurando por alimento na região do arquipélago de Açores



Aves marinhas passam a maior parte de suas vidas vagando pelos oceanos, entre o amplo azul do céu e o monótono azul do mar. Todo ano, essas aves voltam para a mesma ilha para se reproduzir. Navegar pelo oceano sem auxílio de bússola ou qualquer outro instrumento parece ser uma tarefa impossível para os humanos. As aves, portanto, devem ter desenvolvido alguma ferramenta biológica para navegar. Como as aves marinhas fazem isso? Seguindo odores produzidos pelo mar, como um grupo de pesquisadores acaba de descobrir.

**Marcos Rodrigues**

*Departamento de Zoologia,  
Universidade Federal de Minas Gerais*

**U**ma pequena ilha dos Açores, um dos arquipélagos mais isolados do mundo, ajudou a obter evidências cruciais para o entendimento de como o sentido do olfato é essencial para a navegação das aves. Esse conjunto de nove ilhas vulcânicas, situado no meio do oceano Atlântico, a 2 mil km de Portugal e a 3,5 mil km das Bermudas, exibe vulcões ativos, praias áridas formadas por lavas, paredões rochosos, baías e angras cercadas por um mar cristalino, lagoas em meio a pastagens e vilarejos de casario colonial português, e abriga grandes colônias de aves marinhas.

A orientação do voo dessas aves na imensidão oceânica, ou seja, a capacidade de voar por grandes distâncias e retornar aos locais onde fazem ninhos e cuidam dos filhotes, é tema de muitos estudos. Em biologia, a navegação envolve dois mecanismos: o primeiro está associado à capacidade do indivíduo de determinar sua posição em relação a uma meta (é o chamado 'mecanismo de mapa') e o segundo à capacidade de orientação para essa meta ('mecanismo de bússola'). As aves têm os dois mecanismos.

Muitas aves usam o posicionamento do Sol e das estrelas como mecanismo de bússola para navegar. Outras conseguem detectar os campos magnéticos naturais do planeta e se orientar por eles. Os debates entre os estudiosos de navegação estão focados justamente nos estímulos usados no 'mecanismo de mapa'. Parte deles argumenta que as aves têm um mapa magnético. Outros defendem que elas têm um mapa olfativo. A descoberta de que algumas aves usam pistas olfativas para navegar é uma das mais inusitadas nesse campo.

As chamadas aves pelágicas – as que vagueiam no mar aberto na maior parte do ano e fazem seus ninhos em ilhas oceânicas remotas – são capazes de identificar sua colônia e seu ninho com precisão apenas usando o olfato. Esse resultado foi publicado no ano passado no *Journal of Experimental Biology* por cientistas europeus,

liderados pela bióloga italiana Anna Gagliardo, da Universidade de Pisa.

**Magnetismo ou olfato?** Os ninhos ficam em colônias reprodutivas com centenas, às vezes milhares, de casais reprodutores. A maioria das colônias se localiza em pequenas ilhas oceânicas e os adultos passam a época reprodutiva viajando entre os locais de alimentação em alto-mar e seu ninho. Navegar em mar aberto é um desafio para as aves: o alto-mar parece um ambiente sem pistas visuais relevantes que possam ajudar as aves a alcançar seus objetivos. Então, como elas navegam nesse ambiente?

A hipótese mais difundida para explicar como as aves pelágicas encontram seus ninhos propõe que os indivíduos dependem de pistas magnéticas para identificar seu objetivo no meio do oceano. No entanto, todos os experimentos que tentaram testar essa hipótese em aves marinhas não conseguiram confirmar o papel das informações magnéticas na navegação. Isso reforçou a hipótese alternativa de que essas aves usariam alguma pista olfativa como a base de seu mapa de navegação em alto-mar.

O papel crucial do olfato na navegação de aves foi constatado apenas no início da década de 1970, graças aos pombos-correios. Um grande número de evidências coletadas nos últimos 40 anos confirmou que os pombos-correios têm um mapa de navegação baseado em odor. Essa ave associa os odores trazidos pelo vento em sua área de residência com a direção dos ventos. Ao ser solto em local distante e desconhecido, o pombo-correio é capaz de determinar o sentido de seu deslocamento com base nas informações das fragrâncias locais.

No entanto, ainda há poucos estudos, em espécies selvagens, sobre o possível uso do olfato na navegação. Evidências desse uso foram obtidas apenas para três espécies de aves terrestres migratórias: estorninho

(*Sturnus vulgaris*), andorinhão (*Apus apus*) e sabiá-do-campo-da-carolina (*Dumetella carolinensis*).

Sabe-se, porém, que as aves marinhas, como albatrozes, petréis e pardelas, têm a neuroanatomia olfativa muito desenvolvida, em relação a outras aves, e o uso do olfato em várias tarefas já foi demonstrado experimentalmente. Os cheiros ajudam tais aves a encontrar alimento, reconhecer o ninho e até identificar o parceiro sexual. Por isso, aves marinhas têm sido apontadas como as candidatas adequadas para estudos de navegação de longo alcance mediados pelo olfato.

**Diferenças no retorno** A pesquisa, feita em junho de 2010 e junho de 2011, foi iniciada na ilha do Faial, uma das nove ilhas principais que compõem o arquipélago dos Açores. Próximo ao vulcão do Capelinho, ainda em atividade, estão situados os ninhos de uma das maiores colônias da pardela-de-bico-amarelo (*Calonectris diomedea*) do mundo. São cerca de 7 mil pares reprodutores que colocam o único e precioso ovo entre as fendas de rochas formadas pela lava do vulcão. No local, os pesquisadores capturaram pardelas recém-chegadas de suas áreas de alimentação, e cada ave recebeu um rastreador GPS e, em uma caixa acoplada à cabeça, um forte ímã. A função desse ímã era a de anular a capacidade de orientação das aves pelo campo magnético da Terra.

Outras aves receberam apenas o rastreador por satélite, mas suas narinas foram lavadas com uma solução de sulfato de zinco, que induz a necrose das células olfativas. Essa solução deixa as pardelas sem o sentido do olfato, mas o efeito é temporário: novos neurônios olfativos se formam e, algumas semanas após o tratamento, a mucosa olfativa se regenera completamente. Um terceiro conjunto de aves (grupo controle) não recebeu qualquer tratamento que alterasse a percepção magnética ou o olfato. Os ovos das aves usadas no estudo foram mantidos em incubadoras e 'devolvidos' após o seu retorno, ou em alguns casos entregues a aves que perderam seus ovos por diferentes motivos.



Colônia reprodutiva próxima ao vulcão do Capelinho, na ilha do Faial. No detalhe, pardela com um rastreador GPS e um ímã acoplado próximo à cabeça

## O olfato nas aves

Por muito tempo, acreditou-se que as aves não tinham o sentido do olfato bem desenvolvido. Esse mito data do século 18, quando o naturalista franco-americano John James Audubon (1785-1851) fez experiências com urubus: escondeu carcaças de animais e esperou para ver se essas aves encontravam seu alimento preferido, o que não aconteceu. Com isso, ele concluiu que as aves não poderiam encontrar carcaças que não estivessem visíveis. Hoje sabemos que, embora esses urubus se alimentem de carniça, preferem carcaças frescas, evitando as muito decompostas.

Sabemos também, graças a detalhados estudos anatômicos feitos na década de 1950, que as aves aspiram o ar através das duas narinas externas, situadas em cima do bico, e que este passa, na maioria das aves, por três câmaras, ainda no bico. As duas primeiras aquecem e umedecem o ar inalado, que passa para os pulmões através da boca. Antes de chegar à boca, porém, o ar percorre a terceira câmara, na base do bico, onde estão contidas as 'conchas nasais', nas quais ficam as células que detectam os odores e transmitem as informações ao cérebro. Quanto mais complexa a concha nasal, maiores são sua superfície e o número de células de detecção de odor. No cérebro, o primeiro local de processamento dos odores é o bulbo olfativo, situado perto da base do bico. Quanto maior o bulbo olfativo de uma espécie, mais importante é o sentido do olfato para sua vida.

Aves de hábitos noturnos, como o *kiwi*, da Nova Zelândia, dependem do olfato para capturar presas (invertebrados do solo) e, em termos relativos, seu bulbo olfativo é um dos maiores que existem. Sabe-se hoje que o olfato é bem desenvolvido em saracuras, albatrozes e petréis, pombos, mergulhões, urubus e bacuraus, e menos eficiente em pássaros canoros (sabiás, coleirinhas, canários e afins), pica-paus, pelicanos e papagaios.

Na noite do dia da captura, as aves foram levadas de Faial para Lisboa, em um navio cargueiro, e liberadas cerca de 20 horas após a partida, em 2010, e cerca de 40 horas depois, em 2011 – a liberação foi feita a cerca de 800 km a leste da colônia e a mais de 500 km da ilha mais oriental dos Açores. Após a soltura, os ninhos das aves deslocadas foram monitorados diariamente, para verificar se haviam voltado e para recuperar os dispositivos de rastreamento.

Sete das oito aves com ímãs e com o olfato intacto (e as oito do grupo controle) voltaram para seu ninho em cerca de cinco dias. Elas foram claramente capazes de se orientar com sucesso e fazer a navegação de volta para o ninho, e todas seguiram rotas muito semelhantes. Em contraste, apenas duas das oito pardelas sem o olfato encontraram o caminho de volta para casa, algumas semanas após a liberação. As rotas de retorno ao ninho, tanto das aves com ímãs e olfato intacto quanto das aves do grupo controle, ficaram limitadas a um corredor estreito, enquanto as pardelas sem olfato mostraram rotas tortuosas, percorrendo milhares de quilômetros sobre o oceano.

Os resultados foram muito claros: as aves que perderam o olfato se tornaram incapazes de identificar a colônia e ficaram completamente confusas, vagando sem um rumo certo no oceano. Algumas voltaram, mas só depois de uma viagem longa e sinuosa. Além das duas primeiras, outra pardela desse grupo retornou, meses depois, quando seu olfato já estava restaurado. As restantes podem ter se perdido, aderido a outras colônias ou retornado após a inativação do sinal do GPS e a recuperação do olfato.

**Um sentido crucial** Foi o primeiro experimento que comparou diretamente essas duas manipulações (perturbação magnética e privação olfativa) e a primeira vez em que a manipulação olfativa foi feita deslocando as aves por uma longa distância. O estudo destaca de modo claro o papel crucial de pistas olfativas na navegação oceânica e confirma que os ímãs ligados à cabeça das aves, para perturbar a informação geomagnética, não interferem com o comportamento de navegação. Já o olfato parece ser necessário para que as pardelas determinem a direção de deslocamento.

A hipótese de que aves marinhas como pardelas, albatrozes e petréis explorem informação ambiental olfativa para navegação tem sido muito investigada, mas o modo como essa informação é utilizada por elas, em um contexto espacial, ainda é objeto de especulações teóricas. Em outras palavras, evidências apontam que os odores ajudam essas aves a encontrar seu caminho na vastidão oceânica, mas ainda não foi esclarecido como isso é possível.

Como já se sabe que pardelas, albatrozes e petréis são capazes de localizar áreas de alimentação em mar aberto apenas explorando os odores associados à abundância de presas, é possível que as aves memorizem diferentes áreas dos oceanos com base em suas características olfa-



O albatroz é outra ave marinha que provavelmente utiliza a navegação pelo olfato em seus deslocamentos no oceano

FOTO DE E. OLIVEIRA

tivas, o que permitiria a elaboração de um 'mapa' de sinais olfativos. Propõe-se que uma das substâncias que atuaria como indicador de comida para as aves pelágicas seja o dimetil-sulfeto (DMS), liberado por organismos do fitoplâncton quando estes são comidos por organismos do zooplâncton. O DMS liberado se dissolve na água do mar e depois escapa para a atmosfera, onde permanece por horas ou até por dias. Portanto, a concentração de DMS (e de outros odores) varia no espaço sobre o oceano, e poderia ajudar a formar uma 'paisagem olfativa', usada pelas aves para sua localização espacial.

A investigação sobre o papel potencial dos sinais olfativos para a navegação em aves, em especial em ambientes onde são escassas as pistas visuais, ainda está em seus estágios iniciais. No entanto, as provas recolhidas até agora sugerem que a navegação olfativa pode ser um mecanismo generalizado nesses animais. **Cr**

## Estudos ecológicos

O autor é curador da coleção de aves da Universidade Federal de Minas Gerais, e orientador de mestrado e doutorado nos programas 'Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre' e 'Zoologia', na mesma instituição. Atua na área de ecologia, com ênfase em ecologia comportamental: comportamento reprodutivo de aves, análise de biodiversidade, conservação do cerrado e dos campos rupestres.

## Sugestões para leitura

BIRKHEAD, T. *Bird senses: what it's like to be a bird*. Nova York, Bloomsbury, 2013.

GAGLIARDO, A.; BRIED, J.; LAMBARDI, P.; LUSCHI, P.; WIKELSKI, M. e BONADONNA, F. 'Oceanic navigation in Cory's shearwaters: evidence for a crucial role of olfactory cues for homing after displacement', em *Journal of Experimental Biology*, v. 216, p. 2.798, 2013.

VOOREN, C. M. e FERNANDES, A. C. *Guia de albatrozes e petréis do sul do Brasil*. Porto Alegre, Editora Sagra, 1989.

## Vilão para o coração e também para a memória?

# COLESTEROL

Já se sabia que índices altos de colesterol no sangue prejudicam o efeito dos medicamentos mais usados atualmente no tratamento da doença de Alzheimer. Esses remédios inibem a ação, no cérebro, de uma enzima que degrada o neurotransmissor acetilcolina – isso evita a redução dos níveis cerebrais dessa molécula e alivia os sintomas da doença. Agora, estudos de diferentes pesquisadores, inclusive brasileiros, revelaram que altas taxas de colesterol aumentam a atividade da enzima em áreas do cérebro afetadas por essa doença, como o neocórtex e o hipocampo. Essa descoberta encoraja mais pesquisas sobre o potencial, no tratamento da doença, da associação entre inibidores da ação da enzima e drogas que reduzem o colesterol.

**Eduardo Luiz Gasnhar Moreira**

*Programa de Pós-graduação  
em Biotecnologia e Biociências,  
Centro de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Santa Catarina*

**Andreza Fabro de Bem**

*Departamento de Bioquímica,  
Centro de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Santa Catarina*

**Rui Daniel S. Prediger**

*Departamento de Farmacologia,  
Centro de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal de Santa Catarina*

**E**m 1913, o patologista russo Nikolaj N. Anitschkow (1885-1964) observou que a adição de colesterol purificado à dieta de coelhos induzia lesões em vasos sanguíneos muito semelhantes às que ocorrem na aterosclerose humana. Esse achado abriu um novo caminho para os estudos sobre essa doença, levando a vários ensaios clínicos de larga escala, os quais comprovaram que a correção dos níveis elevados de colesterol (hipercolesterolemia) resulta em redução significativa tanto na incidência de doença arterial coronariana quanto nas mortes causadas por ela. Não é surpresa, portanto, que a elucidação do papel do colesterol na origem da aterosclerose seja com frequência citada como uma das grandes descobertas do século 20.

Hoje, níveis de colesterol iguais ou superiores a 240 miligramas por decilitro (mg/dl) no plasma são considerados muito elevados e associados a um aumento substancial no risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. No Brasil, segundo dados da Socie-

# ALTO

dade Brasileira de Cardiologia (SBC), cerca de 77 milhões de pessoas apresentam níveis de colesterol elevados. Devido ao alto índice de mortes em decorrência de infartos e derrames, o governo brasileiro instituiu, em 2003, o dia 8 de agosto como o Dia Nacional do Controle do Colesterol.

Evidências científicas acumuladas ao longo das duas últimas décadas apontam a hipercolesterolemia como um importante fator de risco para o desenvolvimento da doença de Alzheimer. Estudos clínicos e epidemiológicos têm indicado que indivíduos com o colesterol elevado são mais suscetíveis a desenvolver essa doença. Principal doença neurodegenerativa associada à idade, o Alzheimer provoca um declínio progressivo e irreversível no número dos neurônios colinérgicos – os que produzem o neurotransmissor acetilcolina, fundamental para diversas funções cognitivas, como o aprendizado e a memória. Esses neurônios se projetam, principalmente, de uma região do cérebro denominada prosencéfalo basal para outras áreas do sistema nervoso central (como o córtex e o hipocampo).

Clinicamente, os estágios moderado e avançado da doença de Alzheimer são caracterizados por um prejuízo cognitivo severo, que inclui comprometimento da linguagem e da memória, além de mudanças na personalidade (por exemplo, uma mistura de comportamento agressivo com desilusões). Neurologicamente, a enfermidade é caracterizada pela presença, em certas regiões cerebrais, de depósitos ou placas formadas por

fibras de uma proteína alterada, denominada beta-amiloide (ver 'Doença de Alzheimer: uma nova forma de diabetes?', em CH 262).

O principal evento bioquímico observado em tecidos cerebrais de pacientes com a doença de Alzheimer é a profunda redução na atividade de uma enzima, a colina-acetiltransferase, que promove a síntese do neurotransmissor acetilcolina (ver 'Quando proteínas são as grandes vilãs', em CH 243). Isso decorre da mencionada degeneração dos neurônios colinérgicos. A redução dos níveis cerebrais de acetilcolina mostra relação direta com a severidade da demência. Nesse sentido, drogas que atuem para manter níveis adequados de acetilcolina, como os inibidores da enzima acetilcolinesterase (que 'quebra' a acetilcolina nos espaços de comunicação entre neurônios – as sinapses – para finalizar a neurotransmissão) têm efeito importante no tratamento dos sintomas da doença.

De fato, o tratamento farmacológico atual é baseado em inibidores da enzima acetilcolinesterase (como os compostos donepezil e rivastigmina) e na memantina (que bloqueia receptores do glutamato, para impedir que esse neurotransmissor, produzido em excesso na doença de Alzheimer, tenha efeito neurotóxico, causando a morte de neurônios e perdas cognitivas). Esses fármacos atuam de modo paliativo, amenizando os sintomas e melhorando a qualidade de vida dos pacientes.

>>>

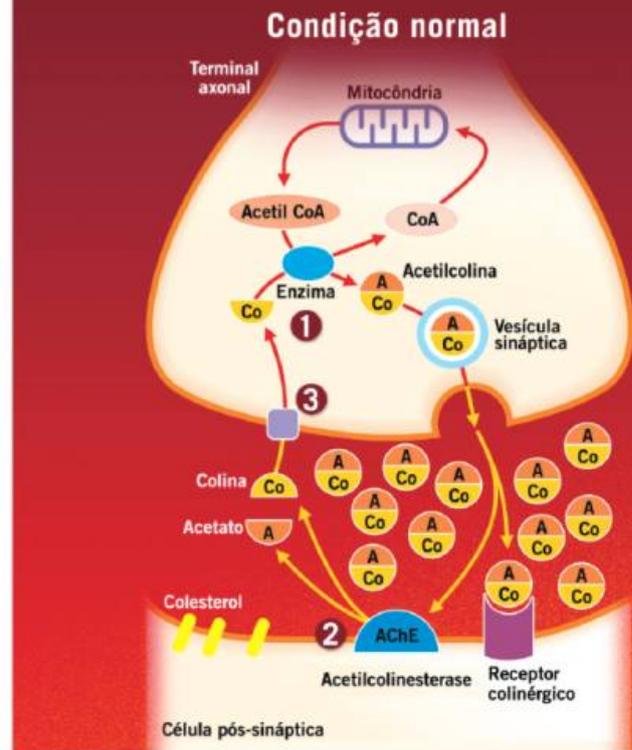
Diferenças entre condição normal e doença de Alzheimer na fenda sináptica

**O papel do colesterol** O primeiro indício de que o colesterol poderia estar envolvido na origem da doença de Alzheimer foi obtido há pouco mais de 20 anos, a partir de estudo pioneiro do patologista norte-americano Larry Sparks e colaboradores, publicado em 1990 no periódico científico *Neurobiology of Aging*. Nesse estudo, o grupo observou que em torno de 70% dos indivíduos falecidos em decorrência de doença arterial coronariana também apresentavam, em seus cérebros, placas amiloides (típicas da doença de Alzheimer). Já indivíduos com a mesma idade que haviam morrido por outras causas apresentavam menor quantidade de placas amiloides cerebrais.

O achado levou esses pesquisadores a suspeitar de uma ligação entre os altos níveis de colesterol (fator de risco para doença arterial) e a maior predisposição ao desenvolvimento de Alzheimer. Com base nessa observação, o próprio grupo de pesquisa de Sparks, em outro estudo, demonstrou que coelhos que receberam por quatro semanas uma dieta enriquecida com colesterol desenvolviam placas amiloides cerebrais. Essas duas observações impulsionaram grande número de estudos, do final da década de 1990 até o início da década seguinte, que buscavam entender essa relação entre o colesterol alto e o aumento na produção da proteína beta-amiloide. Em conjunto, esses trabalhos demonstraram que o aumento nos níveis de colesterol na membrana celular favorece a atividade de uma enzima, a beta-secretase, responsável por produzir a beta-amiloide ao ‘quebrar’ uma proteína precursora.

Além disso, um estudo de Celine Ullrich e colaboradores, na Universidade de Innsbruck (Áustria), usando ratos submetidos a uma dieta com níveis elevados de colesterol, demonstrou um prejuízo de memória espacial nos animais. O grupo também associou essa perda a uma redução significativa no número de neurônios colinérgicos no prosencéfalo basal dos ratos e a uma diminuição nos níveis do neurotransmissor acetilcolina no córtex cerebral – que, como já dito, tem papel essencial nos processos de aprendizado e memória. A escassez de acetilcolina, portanto, prejudica esses dois processos, efeito associado com demências relacionadas à idade e à doença de Alzheimer.

**Tratamento prejudicado** Nessa linha de pesquisa, os departamentos de Bioquímica e Farmacologia da Universidade Federal de Santa Catarina vêm realizando, há alguns anos, estudos para elucidar aspectos da relação entre altas taxas de colesterol e a doença de Alzheimer. Em trabalho recente, demonstramos que mesmo uma leve elevação nos níveis de colesterol no sangue é

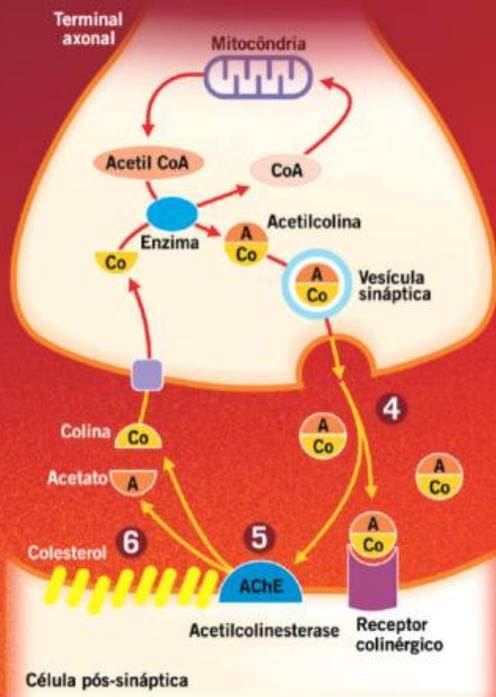


suficiente para induzir déficits cognitivos em camundongos. De modo interessante, observamos aumento significativo na atividade da enzima acetilcolinesterase em regiões cerebrais relacionadas aos processos de aprendizado e memória nos camundongos submetidos a uma dieta com altos níveis de colesterol. Essa alteração bioquímica no cérebro dos animais parece ser um evento precoce associado aos prejuízos cognitivos, sendo anterior à morte de neurônios colinérgicos no córtex cerebral.

Esses dados ganham particular relevância quando é levado em conta resultado obtido por Barbara Borroni e colaboradores, da Universidade de Brescia (Itália). Esses autores demonstraram que os níveis de colesterol ‘regulam’, em longo prazo, a eficácia dos fármacos inibidores da enzima acetilcolinesterase usados para tratar Alzheimer. Na pesquisa, mais de 120 pacientes com essa doença foram avaliados antes e após um ano de tratamento com o donepezil, um medicamento que inibe a enzima acetilcolinesterase.

Os níveis de colesterol e o desempenho cognitivo dos pacientes foram medidos antes e após um ano de tratamento. Os pesquisadores demonstraram que índices elevados de colesterol no sangue (maiores que 220 mg/dl) diminuem a eficácia do tratamento com donepezil no que se refere ao declínio progressivo da função cognitiva dos pacientes. Isso permite considerar uma relação causal entre o aumento na atividade cerebral da enzima acetilcolinesterase, observado em nossos estudos, e a ‘regulação’ da eficácia dos medicamentos que inibem essa enzima em função dos níveis de colesterol dos pacientes. A descoberta leva a uma sugestão: seria interessante estudar os efeitos de uma associação entre um inibidor da enzima acetilcolinesterase (como o donepezil) e fármacos capazes de reduzir o colesterol (como as estatinas) no tratamento de portadores da doença de Alzheimer.

## Doença de Alzheimer



Alterações na quantidade de colesterol na membrana neuronal parecem regular a atividade da enzima acetilcolinesterase, alvo dos principais medicamentos usados no tratamento da doença de Alzheimer

1. O neurotransmissor acetilcolina é fundamental para funções cognitivas como o aprendizado e a memória. Ele é sintetizado nas extremidades dos neurônios a partir da colina e da acetilcoenzima-A.
2. Na sinapse (espaço de comunicação entre neurônios), a acetilcolina é rapidamente 'quebrada' pela enzima acetilcolinesterase em colina e acetato.
3. A colina é transportada de volta à extremidade neuronal, onde é usada novamente para a síntese da acetilcolina.
4. Na doença de Alzheimer, ocorre uma forte redução dos níveis de acetilcolina nas sinapses, devido à degeneração dos neurônios colinérgicos.
5. O tratamento dessa doença envolve o uso de inibidores da enzima acetilcolinesterase, que atuam corrigindo a deficiência de acetilcolina no cérebro.
6. Demonstramos que o aumento na quantidade de colesterol na membrana neuronal estimula a atividade da acetilcolinesterase, o que reduz a eficácia das drogas que deveriam inibir essa enzima.

BASEADO EM ILUSTRAÇÃO DE ANDRÉ LUIZ BASTIEN

**Busca por respostas** Pesquisadores de todo o mundo trabalham atualmente para entender como o colesterol é capaz de afetar funções cerebrais, já que as lipoproteínas que transportam esse composto no sangue não atravessam a chamada barreira hematoencefálica – a rede de células da parede dos capilares cerebrais que regula a entrada, no sistema nervoso central, de compostos presentes no sangue. Sabe-se, porém, que certos derivados oxigenados do colesterol, chamados de oxisteróis, podem atravessar alguns tipos de membranas orgânicas. E um desses derivados, o 27-hidroxicolesterol, gerado pelo metabolismo do colesterol do sangue, pode atravessar a barreira hematoencefálica.

Portanto, é provável que o aumento nos níveis de colesterol sanguíneo resulte em maior captação, pelo cérebro, de 27-hidroxicolesterol. De fato, foram detectados níveis elevados desse oxisterol no cérebro de pacientes com doença de Alzheimer (em geral após sua morte). Além disso, estudo de Jaya Prasanthi e colaboradores, na Universidade de Dakota do Norte (Estados Unidos), com células em cultura, demonstrou que a exposição de neurônios ao 27-hidroxicolesterol aumentou a geração da proteína beta-amiloide por estimular a atividade da enzima (beta-secretase) que promove a síntese desse fragmento.

Sabe-se ainda que a fluidez e a permeabilidade das membranas celulares são influenciadas pela quantidade de colesterol presente. Várias proteínas de membrana, entre elas a enzima beta-secretase, estão ancoradas em domínios ricos em colesterol (denominados *lipid rafts*). Assim, alterações na quantidade de colesterol na membrana podem influenciar a atividade dessas proteínas.

Dentro desse contexto, nosso grupo de pesquisa lançou a hipótese de que o aumento na atividade da enzima acetilcolinesterase no cérebro dos camundongos com altos níveis de colesterol no sangue poderia estar associado

a mudanças no conteúdo de colesterol na membrana das células neuronais. Para testar a hipótese, foi realizado um estudo no qual adicionamos colesterol a uma cultura de neurônios. Após 24 horas de exposição ao colesterol, observamos aumento significativo na atividade da enzima acetilcolinesterase nas células neuronais, e confirmamos que, quanto maior a concentração de colesterol no meio de cultivo, maior a atividade da enzima.

O mecanismo bioquímico pelo qual o colesterol aumentou a atividade da enzima ainda precisa ser elucidado, mas é possível especular que alterações no conteúdo de colesterol na membrana das células neuronais sejam capazes de influenciar a atividade da acetilcolinesterase, sendo responsáveis, ao menos em parte, pelos prejuízos cognitivos associados ao excesso de colesterol. **GR**

## Sugestões para leitura

- MOREIRA, E. L. e outros. 'Hypercholesterolemia induces short-term spatial memory impairments in mice: up-regulation of acetylcholinesterase activity as an early and causal event?', em *Journal of Neural Transmission*, v. 121(4), p. 415, 2014.
- MOREIRA, E. L. e outros. 'Age-related cognitive decline in hypercholesterolemic LDL receptor knockout mice (LDLr<sup>-/-</sup>): evidence of antioxidant imbalance and increased acetylcholinesterase activity in the prefrontal cortex', em *Journal of Alzheimer's disease*, v. 32(2), p. 495, 2012.
- BORRONI, B. e outros. 'Serum cholesterol levels modulate long-term efficacy of cholinesterase inhibitors in Alzheimer disease', em *Neuroscience Letters*, v. 343(3), p. 213, 2003.
- KIVIPELTO, M. e outros. 'Midlife vascular risk factors and Alzheimer's disease in later life: longitudinal, population based study', em *BMJ (British Medical Journal)*, v. 322, p. 1.447, 2001.

ADAPTAÇÃO DE ILUSTRAÇÃO DE ANDRÉ LUIZ BASTIEN

# QUANDO A VIDA SURTIU NO UNIVERSO?



Estudos de exoplanetas e simulações computacionais sobre a evolução química das estrelas nos levam a inferir que a vida no universo pode ter se desenvolvido há cerca de 11 bilhões de anos, ou seja, cerca de 2,5 bilhões de anos depois de seu surgimento. Portanto, quase 9,3 bilhões de anos antes de esse fenômeno complexo – e ainda misterioso – ter se iniciado na Terra.

Se levarmos em consideração que possa haver no universo um número extraordinário de planetas, é possível pensar que a vida possa estar presente em diferentes galáxias.

**José Antônio de Freitas Pacheco**

*Observatório da Côte d'Azur,  
Universidade de Nice Sophia-Antipolis (França)*

**A** origem da vida na Terra é uma questão ainda em aberto. A formação da crosta terrestre, segundo estudos geológicos recentes, ocorreu há cerca de 4,4 bilhões de anos – ou seja, 160 milhões de anos após a formação de nosso planeta. Antes, a Terra era provavelmente estéril, pois sua superfície era formada por rochas em fusão.

No entanto, sabemos que, há cerca de 3,5 bilhões de anos, já havia na Terra primitiva atividade de organismos unicelulares (cianobactérias), como atestam estruturas sedimentares de origem orgânica (os chamados estromatólitos) encontradas, por exemplo, na Austrália.

Vários processos químicos antecederam a vida unicelular. Primeiramente, foi preciso que ingredientes químicos básicos (metano, amônia, sulfeto de hidrogênio, monóxido e dióxido de carbono, fosfatos e água) formassem compostos de interesse biológico, como os monômeros, e que estes dessem origem aos aminoácidos, que são estruturas básicas das proteínas, moléculas essenciais para a vida.

Em uma segunda etapa, os monômeros teriam produzido gorduras (lipídios e fosfolipídios) que formam a membrana celular. Posteriormente, em fases mais avançadas, moléculas de ácido ribonucleico (RNA) seriam formadas, permitindo a síntese de proteínas. Ao surgir, o RNA agia como um catalisador, enquanto, nas fases ainda mais avançadas do processo, passou a servir ao genoma e ao processo de autorreprodução.

A transição entre etapas puramente químicas e o surgimento de uma estrutura molecular complexa com capacidade de replicação – e, posteriormente, a seres unicelulares – foi um processo complexo cujas etapas são ainda desconhecidas.

**Panspermia** Qual a origem das moléculas orgânicas que são a base do fenômeno da vida?

Uma primeira resposta sugere que aminoácidos poderiam ter sido criados a partir de moléculas presentes na atmosfera terrestre expostas à radiação ultravioleta e a descargas elétricas, como sugeriu um experimento clássico ainda na década de 1950. Mais recentemente, tem-se especulado que as fontes geotermiais submarinas poderiam ter sido a origem desses processos químicos.

Outra possibilidade, no entanto, é a origem extraterrestre desses componentes. No início do século passado, o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) propôs a teoria da panspermia: a vida teria se desenvolvido fora da Terra e aqui chegado sob a forma de esporos. Essa teoria – inicialmente abandonada – foi retomada por dois astrofísicos, o britânico Fred Hoyle (1915-2001) e o cingalês Nalin Wickramasinghe, na década de 1970, que passaram a defender que compostos orgânicos necessá-

rios para o aparecimento da vida foram trazidos para a Terra por cometas que colidiram com nosso planeta.

Em 2004, a sonda espacial Stardust coletou material da cauda do cometa P/Wild (figura 1), e sua análise mostrou a presença de glicina (aminoácido presente em proteínas), bem como compostos à base de dois elementos essenciais à vida como a conhecemos, nitrogênio e carbono. O meteorito Murchison, que caiu na Austrália em 28 de setembro de 1969, apresentou, em sua análise química, um conteúdo orgânico ainda mais surpreendente: cerca de 70 tipos de moléculas, muitas delas, como adenina, guanina, uracilo e purinas, essenciais para a constituição das duas moléculas do material genético, o RNA e o DNA.

**Contaminação?** Observações radioastronômicas indicam a presença de moléculas orgânicas com 10 ou mais átomos (por exemplo, benzeno, butanona e cianeto de propila) em regiões densas do meio interestelar, onde se formam estrelas, planetas, cometas e asteroides.

Sabemos que a formação dessas moléculas ocorre necessariamente na presença de grãos de poeira interestelar, encontrados também em discos protoplanetários, ou seja, aqueles que darão origem a planetas. Um desses discos foi detectado pelo telescópio espacial norte-americano Hubble em torno da estrela Fomalhaut, distante 25 anos-luz do sistema solar – cada ano-luz equivale à distância de 9,5 trilhões de quilômetros. Mais recentemente, o telescópio espacial europeu Herschel detectou, na mesma estrela, um anel brilhante (figura 2) que os pesquisadores interpretam como sendo constituído por cometas.

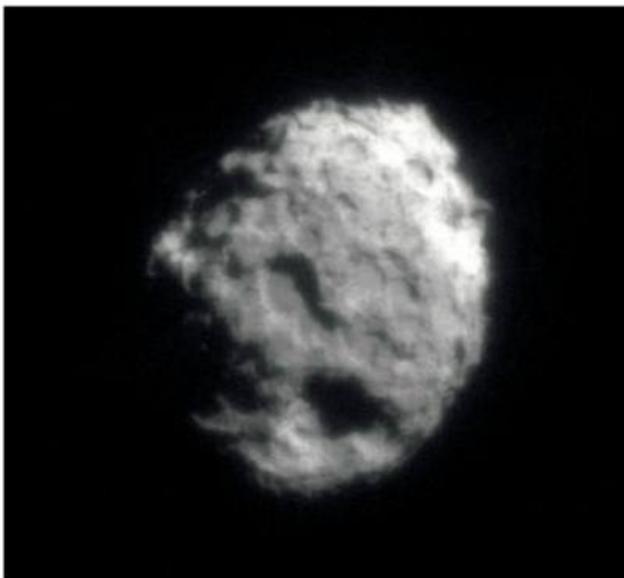


Figura 1. Núcleo do cometa P/Wild, cujo material da cauda apresentou a presença de moléculas orgânicas de interesse para o desenvolvimento da vida

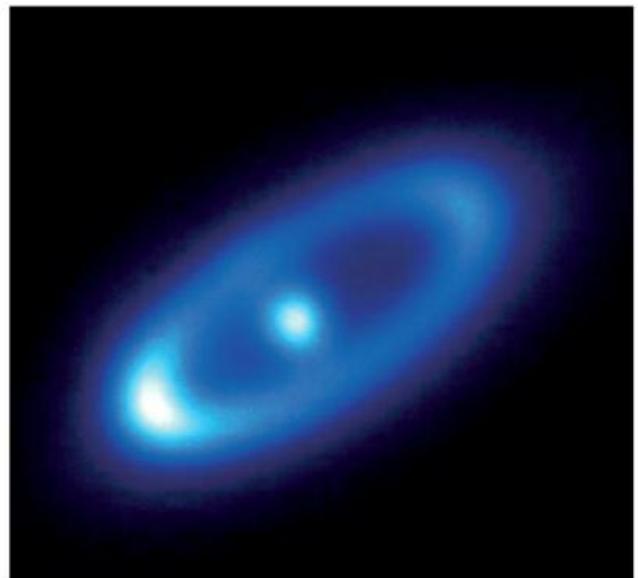


Figura 2. O anel cometário da estrela Fomalhaut, que os pesquisadores interpretam como sendo constituído por cometas

Figura 3. O gráfico mostra que estrelas com metalicidade cerca de 60% maior que a do Sol têm a maior probabilidade de hospedar um planeta rochoso como a Terra. Já aquelas com metalicidade por volta de um décimo da solar têm chance praticamente nula de abrigar um planeta rochoso

Esses fatos levantam uma questão: poderia a Terra primitiva ter sido ‘contaminada’ por cometas e/ou meteoritos, portadores dos ‘tijolos’ que constituem a base da vida – como, por exemplo, os aminoácidos?

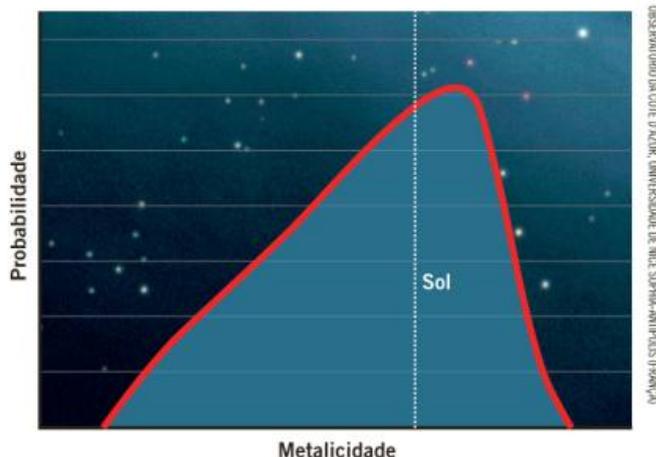
Há aproximadamente 3,8 bilhões de anos, a Terra sofreu um importante ‘bombardeio’ de cometas e meteoritos. Diferentemente do que ocorreu na Lua, onde as crateras são ainda visíveis, o processo de erosão na Terra deixou poucos traços dessas colisões. As causas desse bombardeio foram estudadas pelo grupo do Observatório da Côte d’Azur (OCA), liderado pelo astrônomo italiano Alessandro Morbidelli. Constatou-se que elas estão ligadas a instabilidades dinâmicas do sistema solar ainda em fase de formação, o que teria posto asteroides em rota de colisão com os planetas internos e rochosos – a Terra é um deles. As simulações desse mesmo grupo francês ainda indicam que esses corpos são responsáveis por parte significativa da água presente na Terra – hipótese sustentada pela mesma abundância do deutério (hidrogênio ‘pesado’) observada nesses corpos e nos oceanos terrestres.

Podemos, então, imaginar que as moléculas orgânicas formadas nas nuvens interestelares densas estivessem presentes na composição química dos cometas e asteroides que colidiram com a Terra. Com condições físicas adequadas, essas moléculas poderiam ter dado origem a compostos mais complexos que estão na base da formação das duas moléculas da vida, o RNA e o DNA.

**Metalicidade** É pouco provável que a vida tenha se desenvolvido em planetas gigantes gasosos, tipo Júpiter, pela inexistência de água na forma líquida. Portanto, podemos centrar nossa atenção em planetas rochosos similares à Terra.

Até agora, foram descobertos cerca de 1 mil exoplanetas. Sabemos que a probabilidade de encontrar um planeta rochoso deve variar com a metalicidade da estrela-hospedeira – metalicidade é o conteúdo de elementos químicos mais pesados que o hidrogênio e o hélio. Se o disco protoplanetário tiver uma metalicidade muito baixa, a formação de planetas rochosos será dificultada pela escassez de material necessário para a formação de rochas.

Estima-se que a probabilidade para que uma estrela de certa metalicidade tenha um planeta tipo Terra varie como mostrado na figura 3. O gráfico indica que estrelas com metalicidades cerca de 60% maior que a do Sol têm maior probabilidade de hospedar um plane-



OBSERVATÓRIO DA CÔTE D'AZUR, UNIVERSIDADE DE NICE-SOPHIA-ANTIPOLIS (FRANÇA)

ta tipo Terra. Por outro lado, quando a metalicidade das estrelas é cerca de 1/10 da metalicidade solar, a probabilidade de hospedar um planeta rochoso é quase nula.

Se admitirmos que tal curva de probabilidade é similar para todas as galáxias do universo, então, se soubermos em que momento as estrelas atingiram uma metalicidade de aproximadamente 1/10 do valor solar, teremos fixado o instante a partir do qual torna-se possível a formação de planetas rochosos no universo.

Nestes últimos anos, o autor deste artigo tem desenvolvido simulações que permitem seguir a evolução da metalicidade estelar em um volume representativo do universo. Essas simulações, feitas no Observatório Cote d’Azur, indicam que, em média, estrelas com metalicidade da ordem de 1/10 do valor solar apareceram quando o universo completou aproximadamente 1 bilhão de anos (figura 4).

Assim, podemos concluir que planetas tipo Terra poderiam ter sido formados em um universo ainda muito jovem, com cerca de 1 bilhão de anos de idade. Como base de comparação, vale citar que o sistema solar e, portanto, a Terra foram formados quando o universo tinha cerca de 9,3 bilhões de anos (há 4,4 bilhões de anos).

Para efetuarmos o passo seguinte, precisamos observar o que ocorreu na Terra. Indícios sugerem que a vida surgiu aqui cerca de 1 bilhão de anos após sua formação – embora autores sugiram intervalos de tempo menores. Para planetas com um ambiente mais hostil à vida – na forma como a conhecemos na Terra –, esse tempo pode ser um pouco maior, ou seja, da ordem de 1,5 bilhão de anos. Nesse caso, um limite para o aparecimento de formas de vida no universo corresponde a uma idade de 2,5 bilhões de anos.

Podemos, então, inferir que a vida no universo não tenha surgido antes que este tenha completado 2,5 bilhões de anos. Em outras palavras, a vida pode ter aparecido no universo há, no máximo, 11,3 bilhões de anos, com uma incerteza da ordem de 500 milhões de anos.

>>>

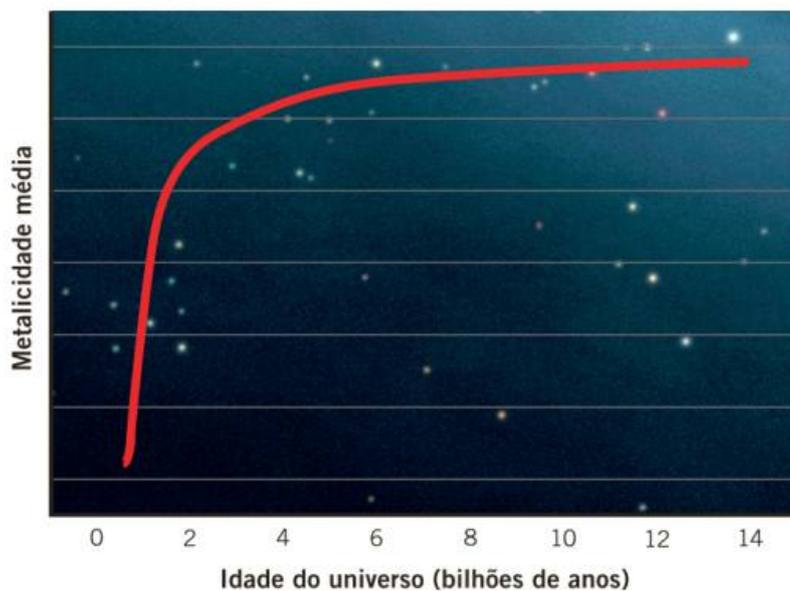


Figura 4. Simulações computacionais feitas no Observatório da Côte d'Azur mostram um rápido aumento da metalicidade estelar nos primeiros 2 bilhões de anos de vida do universo

OBSERVATÓRIO DA CÔTE D'AZUR, UNIVERSIDADE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS (FRANÇA)

É interessante notar que, por meio de cálculos baseados na complexidade (quantidade de informação armazenada) do genoma, o geneticista russo Alexei Sharov, em artigo para a revista *Biology Direct*, em 2006, estimou que a vida poderia ter se desenvolvido no universo há cerca de 10 bilhões de anos. A incerteza na determinação de Sharov é de aproximadamente 1 bilhão de anos, o que torna sua estimativa marginalmente compatível com aquela feita anteriormente, baseada na evolução da metalicidade estelar média no universo e na estatística atual de exoplanetas.

**Diferenças** Cabe ressaltar que o cenário aqui desenvolvido difere da panspermia universal, pois não implica uma difusão cósmica de esporos ou outros elementos da vida. Em nosso cenário, em uma primeira etapa, moléculas orgânicas são sintetizadas em nuvens densas interestelares – a nebulosa de Órion é um exemplo dessas regiões cósmicas. Estrelas formadas nessas nuvens têm discos protoplanetários em cuja composição constam as moléculas sintetizadas na nuvem de origem.

Em uma segunda etapa, essas moléculas sofrem um novo processamento químico que produz compostos necessários à vida, como os aminoácidos, pirimidinas, purinas, aminas etc. Essas moléculas entram na composição química dos pequenos corpos formados por agregação no disco protoplanetário e irão contaminar, mais tarde, por meio de colisões, os planetas formados.

A abundância dos elementos químicos dos seres humanos é proporcional àquela observada no Sol – embora o químico e botânico britânico Humphry Bowen (1929-2001) tenha chamado a atenção para o fato de que a vida na Terra é baseada nos elementos mais abundantes do meio em que se desenvolve, isto é, a crosta terrestre.

Se considerarmos esses dois fatores, devemos, portanto, esperar diferenças entre formas de vida que, possivelmente, tenham se desenvolvido nos primórdios do universo, pois o ambiente dos planetas formados naquela época tem diferenças químicas se comparado ao da Terra.

**Hipóteses** É preciso ressaltar que a estimativa que acabamos de citar – a de que a vida poderia ter surgido no universo há cerca de 11,3 bilhões de anos – está baseada em, pelo menos, duas hipóteses básicas: i) a de que a probabilidade de uma estrela de certa metalicidade abrigar um planeta tipo Terra seja

a mesma em todo o universo; ii) as escalas de tempo para o surgimento da vida na Terra, após sua formação, também sejam típicas em todo o universo – afirmação certamente discutível, face às incertezas ligadas aos processos de contaminação por cometas e meteoritos.

Embora essas conclusões sejam especulativas, elas descrevem um cenário rico em alternativas. Por exemplo, o grupo de estudos de exoplanetas associado à sonda espacial Kepler, da Nasa, estima em 100 bilhões o número de planetas tipo Terra na Via Láctea. E, se nossa galáxia for típica, o universo pode conter um número extraordinário de planetas, da ordem de  $10^{22}$  – ou seja, o número 1 seguido de 22 zeros! Isso significa que, com base em nossas simulações, a vida pode ter se desenvolvido em diferentes galáxias através do universo há 11 bilhões de anos. 

## Sugestões para leitura

FREITAS PACHECO, J. A. de 'Estamos sozinhos no universo?' *Ciência Hoje*, n. 130, p. 38 (1997).

ZAIA, D. 'A busca de vida extraterrestre'. *Ciência Hoje*, n. 175, p. 21 (2001).

HOYLE, F. e WICKRAMASINGHE, N. C. *Evolution from Space*. New York: Simon & Schuster, 1981.

LINEWEAVER, C. 'An estimate of the age distribution of terrestrial planets in the universe: quantifying metallicity as a selection effect'. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0012399>

GIBSON, C. H. 'The biological Big Bang – the first oceans of primordial planets'. *Proceedings of the International Society for Optics and Photonics*, v. 8.152 (2011).

SHAROV, A. 'Genome increase as a clock for the origin and evolution of life'. *Biology Direct*, v. 1, n. 17 (2006).



*Fé e comércio: no binômio das navegações à época dos descobrimentos, o segundo termo foi ganhando cada vez mais importância e autonomia*

Na *História da Itália*, sua última obra, escrita entre 1537 e 1540, Francisco Guicciardini (1483-1540) afirmou que a avidez por ganhos moveu os portugueses a se empenharem na navegação pela costa da África. Guicciardini é um dos pioneiros da moderna concepção de história, e viu com clareza que o comércio se tornava cada vez mais o nervo da atividade humana.

Certa narrativa sobre a viagem de Vasco da Gama, em 1498, registra um diálogo ocorrido em Calicute entre o capitão e dois tunisianos, curiosos a respeito do que pretendiam aqueles homens, vindos de tão longe: “Viemos procurar cristãos e especiarias”, teria respondido o navegante. Fé e comércio: no binômio das navegações à época dos descobrimentos, o segundo termo foi ganhando cada vez mais importância e autonomia. Dois anos depois, era para Calicute que se dirigia Pedro Álvares Cabral quando deu na costa brasileira, em viagem que tinha por objetivo consolidar as relações comerciais dos portugueses com a Índia.

Por décadas, os portugueses espalharam-se pelo Índico e pelo Pacífico. No início dos anos 1520, os habitantes de Malaca diziam não querer outro senhor senão o rei de Portugal, expressando o importante fenômeno que então se delineava: o ‘exclusivo de comércio’ – ou seja, o privilégio de explorar o comércio sem ter qualquer concorrência.

As principais monarquias europeias passaram a se digladiar em torno da sua implantação. Em 1600, Elizabeth da Inglaterra concedia “a certos aventureiros” privilégios para comerciarem com as “ilhas, portos e cidades” das Índias Orientais, tivessem eles sido descobertos por súditos ingleses ou pelos de outros reis. Esses “aventureiros” formariam um ‘corpo político’ sob o nome de ‘Governador e Companhia dos Mercadores de Londres que comerciavam com as Índias Orientais’. Mesmo os demais súditos ingleses dependeriam, daí em diante, e por um período de 15 anos, da autorização da Com-

panhia para comerciar com o Oriente. Havia apenas um limite a tal privilégio: o interesse da monarquia inglesa. Caso fosse ferido, a concessão seria revogada.

Desde o início do século 17 os holandeses foram, por sua vez, muito bem-sucedidos no ato de minar a primazia lusitana nas Índias Orientais, tecendo para tanto alianças com os naturais da terra. No meado do século, controlavam muitas das regiões antes dominadas pelos portugueses. No fim do século 18, a Companhia das Índias Orientais holandesa dominava boa parte da ilha de Java, contando com fortificações e controlando o comércio com os chefes políticos locais, a quem impunha os preços: obtinha, assim, arroz, açúcar, café, estanho, abastecendo-os em troca com ópio, “consumido em larga escala pelos javaneses, e cuja venda proporciona lucros consideráveis”, conforme a seca observação do navegador francês Louis Antoine de Bougainville em 1771.

Ao longo do século 18, contudo, foram os ingleses que venceram a corrida, senhores da guerra e da política. A Índia se tornava inglesa, Bengala crescia em importância, o Ganges se coalhando de navios abarrotados de mercadorias destinadas à Arábia, ao Egito, às duas Turquias. Se anteriormente os holandeses obtinham musselinas diretamente dos fabricantes, passaram então a comprá-las nos armazéns da Companhia inglesa. Na viagem que realizou à Índia entre 1773 e 1776, o francês Louis de Féderbe, conde de Modave, observou: “É com uma violenta dor no coração que os holandeses se viram obrigados a obter seu ópio da mão dos ingleses. Essas duas nações, que em tantos pontos parecem tão unidas, odeiam-se profundamente quando se enxergam apenas como nações comerciantes”.

A modernidade do comércio português, tão importante nos primeiros tempos do ‘exclusivo’, achava-se, dois séculos depois, definitivamente suplantada. **Ed**

**LAURA DE MELLO E SOUZA**

Departamento de História,  
Universidade de São Paulo  
Membro da Academia  
Brasileira de Ciências

# A ECONOMIA DO OURO AZUL

## DESPERDÍCIO DE ÁGUA NA LAVOURA BRASILEIRA PREOCUPA COMUNIDADE CIENTÍFICA

Dizem que o Brasil é uma potência agrícola – e isso é verdade. Mas cuidado com esse discurso. Por mais irônico que pareça, o país considerado ‘celeiro do mundo’ apresenta notável deficiência no uso inteligente de um precioso recurso natural: a água.

É certo que temas ambientais raramente suscitam consensos. Nesse caso, entretanto, parece imperar desconfortável unanimidade entre os especialistas: “A necessidade de usarmos com mais racionalidade os recursos hídricos, na agricultura, é uma constatação de todos os pesquisadores que trabalham diretamente com o assunto”, garante o engenheiro agrônomo Luís Henrique Bassoi, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), em Petrolina (PE). Há áreas estra-

tégicas nas quais o Brasil ainda precisa fazer sua lição de casa. Duas delas merecem destaque: a melhor distribuição de estações meteorológicas por nossos territórios agrícolas; e a maior capacitação dos produtores rurais para manejo dos sistemas de irrigação.

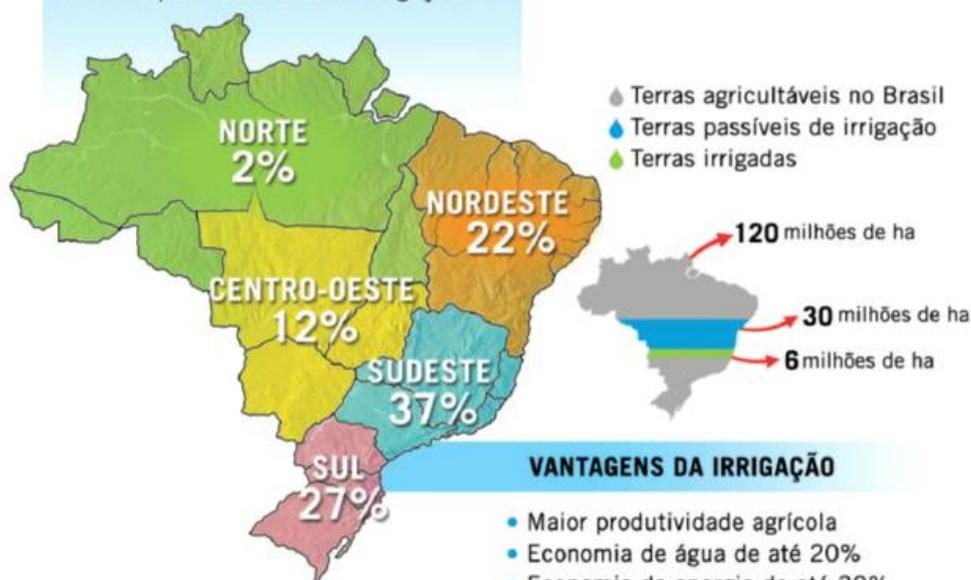
**METEOLOGIA MAL RESOLVIDA** “Em boa parte de nossas áreas rurais, a segurança na previsão das chuvas é muito limitada: não podemos sequer planejar nossa agricultura porque não sabemos nem quanto nem onde vai chover”, afirma o engenheiro florestal Laerte Scanavaca, da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna (SP). “Esperamos as chuvas, plantamos e torcemos para dar pragas ou catástrofes naturais em países concor-

rentes ou compradores: essa é nossa política agrícola.”

É que a imprevisibilidade das chuvas, apesar de inerente à complexidade do sistema climático, é agravada pela má distribuição das estações meteorológicas em uma das principais regiões agrícolas do país. No Sul e no Sudeste, essas estações são abundantes. Mas no Centro-oeste – grande feudo do agronegócio e pujante motor da economia agrária do país – a distribuição geográfica dos equipamentos meteorológicos é esparsa e fica muito aquém do esperado.

Na agricultura, a falta de dados precisos acerca da dinâmica atmosférica em nível local pode arruinar uma safra. E costuma resultar em rotinas de desperdício de água que

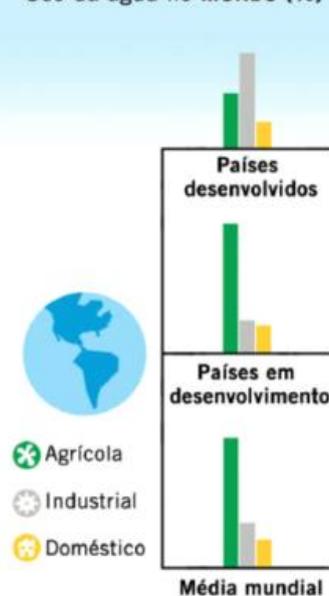
**BRASIL** Porcentagem da área agricultável atendida por mecanismo de irrigação



### VANTAGENS DA IRRIGAÇÃO

- Maior produtividade agrícola
- Economia de água de até 20%
- Economia de energia de até 30%
- Mais independência de fatores climáticos

Uso da água no **MUNDO** (%)



FORNTE: UNESCO, 2003

atingem proporções embaraçosas: “Se plantarmos e chover pouco, perderemos a produção; mas, se plantarmos e chover bastante, muita água será desperdiçada”, diz Scanavaca. É como regar as plantas do jardim pela manhã, tendo previsão de chuva para o início da tarde. Joga-se fora assim valiosa quantidade de água do sistema de abastecimento, quando as chuvas poderiam perfeitamente suprir a demanda hídrica daquela área. Segundo os pesquisadores, essa é uma forma crônica de desperdício à qual poucos produtores rurais se mantêm atentos.

“Reconhecemos que a densidade de estações meteorológicas está aquém do necessário no Centro-oeste e na porção sul da Amazônia”, disse o diretor do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Antonio Divino Moura. Aprimorar essa rede, porém, não é tarefa trivial. Moura explica que não basta adquirir e instalar equipamentos – que são caros. Manutenção, correção de falhas em tempo hábil, continuidade de operação, segurança do patrimônio, estabelecimento de acordos técnicos de cooperação e parcerias para garantir o bom funcionamento da infraestrutura são alguns dos itens elencados pelo diretor do Inmet para exemplificar as dificuldades em aprimorar a rede de monitoramento meteorológico no interior do Brasil.

“Vale lembrar que temos avançado bastante desde 2007”, considera Moura. Aproveitando a deixa, ele adianta uma boa notícia: a rede nacional deverá em breve ser adensada com a recente aquisição, por parte do Inmet, de mais 120 estações meteorológicas a serem distribuídas pelo território nacional – incluindo a região Centro-oeste. Espera-se,

assim, melhoras para a meteorologia na região.

No melhor dos cenários, porém, mesmo que o sistema de monitoramento meteorológico seja aperfeiçoado, ainda teremos um desafio: “Falta mais capacitação técnica aos nossos agricultores”, diagnostica Bassoi. “Em geral, poucos deles sabem usar adequadamente tecnologias que os permitiriam aproveitar de maneira mais eficiente os recursos hídricos.”

Um exemplo: milhares de litros de água poderiam ser economizados todos os meses, em cada propriedade agrícola, se produtores entendessem o simples conceito de evapotranspiração. Trata-se da quantidade de água que uma cultura perde por meio da evaporação da água no solo e por meio das folhas.

Taxas de evapotranspiração mudam segundo a espécie vegetal e sua fase de desenvolvimento. E também mudam de acordo com as condições atmosféricas locais: nível de radiação solar, umidade relativa do ar, temperatura, velocidade do vento... Tais dados são facilmente mensurados por estações meteorológicas – desde que bem distribuídas nas áreas rurais. Eis o truque: quanto menor for a evapotranspiração, menor será a



Equipamento irriga plantação nas proximidades de Goiás (GO). O uso de sistemas de irrigação aumenta a produtividade agrícola e a oferta de empregos no setor

quantidade de água necessária às plantas. Melhor para o bolso do produtor e para a economia de recursos hídricos no país.

Existem métodos para se estimar taxas de evapotranspiração com bastante acurácia. Alguns agricultores, por exemplo, já consultam na internet – em sítios de institutos de pes-



Irrigação de cultivos em Teresópolis (RJ). É no Brasil que estão 12% da água doce disponível no mundo



Estação meteorológica em Indiaporã (SP). Tais instalações são fundamentais à agricultura, por medir variáveis como temperatura, umidade do ar, índice de radiação solar e velocidade do vento

FOTO: SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO / CC BY 2.0

quisa e extensão agrícola de suas regiões – dados para otimizar o uso da água. Mas, de acordo com Bassoi, tal cenário ainda é mais exceção do que regra. “Não é todo produtor rural brasileiro que tem acesso a isso”, constata o pesquisador da Embrapa. “As informações deveriam ser difundidas de maneira mais simples”, defende. “Por exemplo: órgãos de assistência técnica poderiam enviar mensagens de celular para os agricultores, informando-os quanto aos procedimentos mais indicados para aquele momento e período.” O pesquisador argumenta que, se tais práticas fossem adotadas, o uso da água em nossa agricultura seria muito mais racional.

**IRRIGAI VOSSAS TERRAS** Para quem é novato no assunto, o básico: irrigação é a forma como a água é conduzida às plantas. Pode ser via canais, tubos, mangueiras... Diversos são os métodos existentes. Exemplos: é possível cavar sulcos ao longo das fileiras das plantações, e através delas a água será distribuída às diferentes áreas do cultivo. Também podem-se usar equipamentos como aspersores, microaspersores ou gotejadores – estruturas que, de diferentes maneiras, vão controlar o fluxo e o volume da água a ser administrada por aquelas terras.

“Com irrigação, adquire-se relativa independência em relação às condições meteorológicas”, diz Scनावaca. Não é só isso. A economia de água (que chega a aproximadamente 20%) e de energia (que pode atingir 30%) também torna os sistemas irrigados muito mais vantajosos. “Ao final das contas, eles resultam em acentuado aumento de produtividade”, assegura o engenheiro da Embrapa.

Existem 120 milhões de hectares agriculturáveis no Brasil – o equivalente a 111 milhões de campos de futebol. O problema é que, desse total, apenas 30 milhões têm condições favoráveis à instalação de métodos de irrigação. Engana-se, no entanto, quem imagina que o país aproveita esse potencial em sua plenitude. De fato, a estimativa mais otimista reza que menos de 6 milhões de hectares – dos 30 milhões disponíveis – são irrigados.

“A maioria dos países do mundo irriga, em média, 72% de suas terras agricultáveis”, contextualiza Scनावaca. O Brasil, segundo relatório da Agência Nacional de Águas (ANA), aproveita apenas 19% de seu potencial de irrigação. Ainda que tardiamente, entretanto, o país desperta para a necessidade da agricultura irrigada. Foi só em 2013 que o governo federal aprovou uma Política

Nacional de Irrigação – um novo marco legal para o desenvolvimento do setor. O objetivo é atingir, até 2030, pelo menos 14 milhões de hectares irrigados no país, informou o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Na verdade, não há cálculos que contabilizem qual a exata dimensão de nosso desperdício de água. O que se sabe, porém, é que nenhuma região do país tem mais que metade de sua área agrícola otimizada com métodos de irrigação (ver infográfico). Destaque para o Nordeste, com míseros 2%; e também para o Centro-oeste, à míngua com só 12% de suas terras beneficiados por tais tecnologias.

**TECNOCRATAS EM BAIXA** É saudável que o debate sobre os descaminhos de nossos recursos hídricos seja conduzido em perspectiva não apenas técnica – mas também social. Gestores e tecnocratas apostarão suas fichas na ciência como via de salvação – uma redenção tecnológica – para um problema que, na verdade, também é regido por variáveis políticas e sociais.

“Podemos dizer que, no Brasil, nossa produção agrícola atua como uma espécie de *dumping* ambiental, em que se apresentam produtos abaixo do custo para eliminar a concorrência. Além disso, as externalidades negativas não são computadas, o que coloca em dúvida seu padrão de competitividade”, dispara o geógrafo José Gilberto de Souza, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro (SP). Em outras palavras: os preços cobrados pelos produtos vendidos em nossa agenda de exportações não contabi-

lizam os reveses ambientais – entre os quais está a poluição e o desperdício da água – acoplados ao nosso modelo agrário (ver ‘Paraíso dos agrotóxicos’, em *CH* 296).

Importante: não são apenas as grandes plantações que respondem pelo mau uso da água. “Da agricultura familiar ao chamado agronegócio, todos os produtores podem e devem ser mais eficientes no uso desse recurso”, diz Bassoi. O geógrafo da Unesp concorda: “Muitos agricultores chamados de ‘familiares’ desenvolvem um processo produtivo atrelado aos padrões do agronegócio; e os efeitos disso sobre a preservação e contaminação ambiental são tão severos quanto aqueles verificados entre os grandes produtores de *commodities*.”

Segundo Souza, a relação entre os pequenos agricultores e o mercado acontece em uma lógica de subordinação técnica, financeira e comercial. Pois eles são muitas vezes impelidos a comprar os chamados ‘pacotes’ ofertados pelas grandes empresas do setor – Monsanto, Syngenta, Cargill e congêneres. Esses ‘pacotes’ são vendas casadas: incluem desde as sementes até os fertilizantes e os agrotóxicos que o agricultor deve aplicar nas culturas. “Isso cria uma situação de exploração e espoliação das potencialidades agrícolas, isto é, da terra e da água, aos desígnios das grandes corporações que regem o setor agrário no Brasil e no mundo.”

Na avaliação dos pesquisadores, o mau uso de nossa água – assim como a má gestão dos recursos naturais de modo geral – é mais um capítulo na trama socioambiental que se desenvolve no cenário da agricultura brasileira desde os idos da revolução verde.

MAIS EM: ‘Terra e água’: [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ

# O MAPA DO EUCALIPTO

## CIENTISTAS SEQUENCIAM GENOMA COMPLETO DA PLANTA QUE TEM GRANDE IMPORTÂNCIA NA ECONOMIA BRASILEIRA

O eucalipto, árvore folhosa mais plantada no mundo, teve seu genoma completamente sequenciado por um grupo internacional de cientistas liderados por três pesquisadores: um da África do Sul, um do Brasil e outro dos Estados Unidos. O feito representa um avanço científico importante para a biologia vegetal e uma contribuição muito útil para acelerar o melhoramento genético da planta para torná-la mais produtiva e adaptável a ambientes e climas diferentes.

Existem mais de 700 espécies de eucalipto. Para o sequenciamento, foram escolhidas duas: *Eucalyptus grandis*, espécie tropical mais comum no Brasil, e *Eucalyptus globulus*, adaptada a clima temperado. O genoma e representações de genes expressos foram obtidos de amostras de folhas, cascas e flores.

Segundo o engenheiro florestal e geneticista Dario Grattapaglia, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-

pecuária (Embrapa), e um dos três líderes do projeto, todos os 36 mil genes do eucalipto já foram identificados. “Conseguimos identificar genes de processos biológicos importantes, como formação da madeira e defesa da planta”, conta o pesquisador.

Por terem escolhido duas espécies de climas diferentes, os cientistas poderão comparar seus dois genomas para compreender como cada espécie se adapta às diferentes condições climáticas. “Com as atuais mudanças no clima do planeta, é importante buscarmos toda forma de entender a questão da adaptabilidade e plasticidade fenotípica do eucalipto”, comenta Grattapaglia.

O eucalipto é matéria-prima fundamental para indústrias de celulose e papel para produção de itens de madeira e para as siderúrgicas, no fornecimento de carvão para a produção de aço, desempenhando assim papel importante na economia do país. “Plantios de eucalipto são essenciais às diversas cadeias produtivas de base florestal no país, responsáveis por 2% do produto interno bruto (PIB) brasileiro”, diz o pesquisador. “Muitos pensam que o cultivo de eucalipto é prejudicial ao ambiente, mas isso não passa de mito. Seu uso na produção de papel e madeira impede que florestas nativas sejam desmatadas para essa finalidade.”

O pesquisador destaca ainda a importância de o Brasil liderar uma pesquisa desse porte, que contou ao todo com 80 cientistas de 30 instituições de nove países diferentes. “Isso é altamente positivo, pois mostra que o Brasil está inserido na produção científica mundial de qualidade e impacto”, afirma Grattapaglia.

A árvore de eucalipto da espécie tropical usada para o sequenciamento foi batizada de Brasuz1



LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ

# SABOR PROLONGADO

PESQUISADORES ESTUDAM MÉTODO CAPAZ DE MANTER POR MAIS TEMPO O GOSTO DOCE DAS GOMAS DE MASCAR

Antes de começar a ler este texto, providencie uma goma de mascar – um chiclete, uma bala ou alguma guloseima do tipo. O gosto doce tomará conta de seu paladar. Mas, enquanto avançar a leitura pelos parágrafos a seguir, aquele sabor agradável fatalmente desaparecerá. Sua boca, afinal, já terá extraído toda a substância adoçante disponível naquela pequena amostra de alimento industrializado.

Breves prazeres. E se esses momentos de doçura pudessem ser mais duradouros? É exatamente o que quer

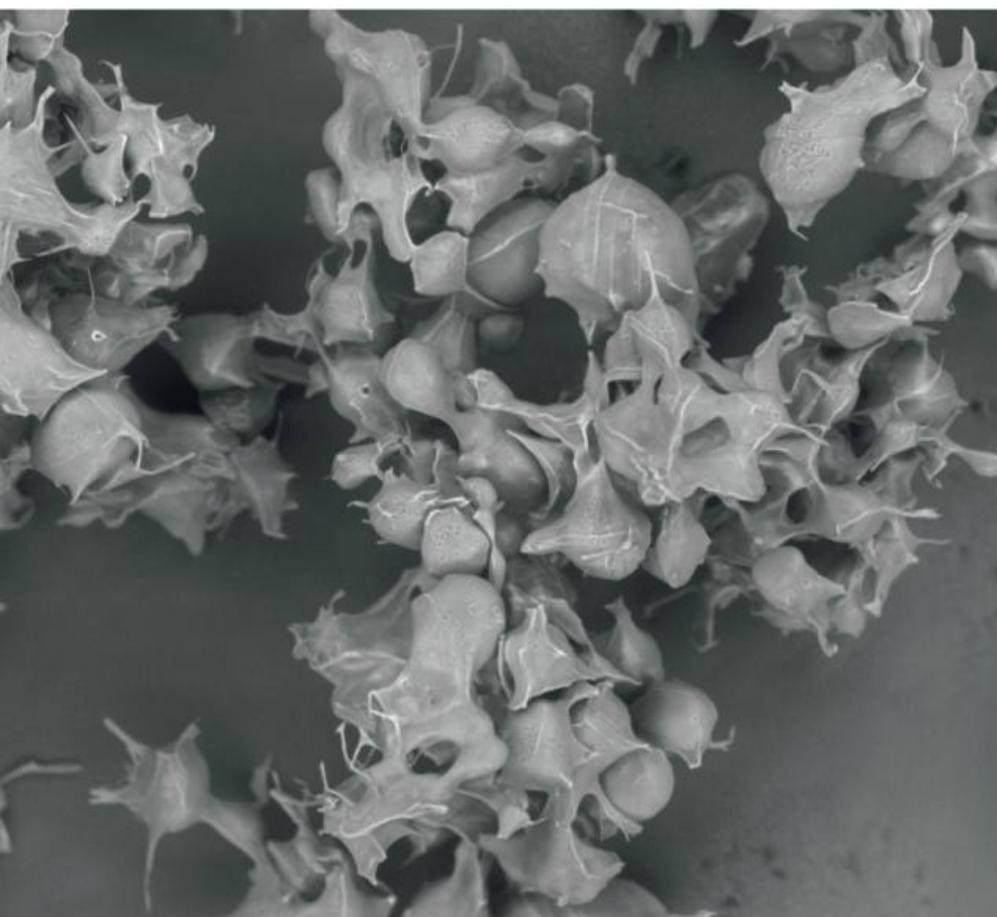
a engenheira de alimentos Glauca Selmi. Durante seu doutorado, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ela desenvolveu um processo a partir do qual o gosto doce de uma goma de mascar pode permanecer por mais tempo na boca.

“A doçura, no caso da maioria dos alimentos industrializados do tipo *light* e *diet*, é dada por substâncias conhecidas como edulcorantes”, diz Selmi. São, na verdade, nada mais que adoçantes. Ou, na definição da Agência Nacional de Vigilância Sa-

nitária (Anvisa), “substâncias naturais ou artificiais, diferentes dos açúcares, que conferem gosto doce aos alimentos”. Nenhum segredo até aqui. O que poucos consumidores sabem é que existe um processo químico – chamado de encapsulação – que potencializa o efeito desses edulcorantes. Como? Basta prendê-los no interior de pequeníssimas cápsulas, que, em seguida, são aplicadas na estrutura do alimento. Essas cápsulas têm, normalmente, alguns poucos micrômetros de diâmetro.

“Os edulcorantes, quando encapsulados, vão liberando aos poucos o gosto doce na boca”, explica Selmi. Mas há um detalhe: se essas cápsulas forem solúveis em água, elas acabam sendo dissolvidas muito rapidamente pela saliva. Eis que a pesquisadora conseguiu, com auxílio da engenheira de alimentos Carmen Trindade, da Universidade de São Paulo (USP), contornar esse problema de uma maneira inédita: ela elaborou uma técnica capaz de produzir cápsulas insolúveis a partir de uma mistura de gelatina (à base de proteínas) e goma arábica (à base de polissacarídeos). “Com essa técnica, percebemos que as cápsulas não se dissolvem na saliva”, diz Selmi. “Elas vão se rompendo gradativamente na boca, graças à força mecânica da mastigação, e por isso fazem com que o gosto doce seja mais duradouro.”

As gomas de mascar produzidas por Selmi cativaram o paladar de cobaias humanas. Ela usou dois edul-



Microcápsulas de edulcorantes, vistas em imagem de microscopia eletrônica

FOTO: G. VICTOR/ISTOCK

corantes comuns: a sucralose (um dos mais populares do gênero, por ter um efeito adoçante muito potente e com a vantagem de ser isento de calorias) e o esteviosídeo (um tipo de adoçante 'natureba', oriundo das folhas da planta *Stevia rebaudiana*). Os resultados dos testes foram animadores – tanto para os apreciadores de gomas de mascar quanto para a indústria responsável pela produção dessa gulodice.

**GULOSEIMA TECNOLÓGICA** Selmi constatou que a doçura de uma goma de mascar elaborada com esteviosídeo encapsulado pela nova técnica durou cerca de três minutos e meio; enquanto a doçura da goma feita com a mesma substância, mas não encapsulada, durou apenas um minuto e meio. Com a sucralose encapsulada pelo novo método, o sabor doce da goma durou cerca de quatro minutos; enquanto com a sucralose não encapsulada esse momento durou apenas dois minutos.

Os dados foram coletados a partir de experimentos no TIAFT – *Time-Intensity Analysis of Food and Tastes* (algo como 'Análise tempo-intensidade de alimentos e sabores'), programa de computador desenvolvido no Laboratório de Ciências Sensoriais da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp, especialmente para avaliação de gostos. O aplicativo – já patenteado desde 2012 – permite aos provadores rastrear objetivamente o tempo e a intensidade dos sabores que estão a avaliar.

Enquanto apreciavam a goma, os participantes foram orientados a movimentar o *mouse* de modo a inserir no computador informações do tipo "agora está mais doce", "agora está menos doce", "agora já não está mais doce", e por aí vai. Assim, o programa gera um panorama preciso da dinâmica daquele gosto ao longo do tempo em que a goma permanece na boca. "Foram 15 pessoas que participaram do teste, e as respostas de todas elas foram consistentes umas

## Doce suspeito

"Estudos científicos mostram que, se consumidos em baixas quantidades, respeitando os limites máximos propostos pelos órgãos de saúde, não há problema no consumo de edulcorantes", afirma Selmi. Mas o universo desses compostos não é isento de controversas disputas. Há quem suspeite haver relação entre essas substâncias e malefícios para a saúde. Boa parte da discussão orbita em torno do aspartame – um dos tipos mais comuns de adoçante. Mas, até o momento, nada foi comprovado em relação a sua toxicidade.

Outros adoçantes, porém, já estão na lista negra de alguns órgãos de saúde pública. A sacarina é proibida no Canadá. E o ciclamato de sódio é proibido nos Estados Unidos. Testes com camundongos revelaram prováveis relações entre o consumo desses dois compostos e o câncer de bexiga. O ciclamato de sódio é um dos principais adoçantes dos refrigerantes *light*. Há anos, porém, sua atividade toxicológica e carcinogênica para seres humanos é tema de infundáveis debates. Não foram apenas estadunidenses que o proibiram. Japoneses também o fizeram. E venezuelanos foram ainda mais adiante: em 2009, o presidente Hugo Chávez proibiu a venda de refrigerantes *light* em seu país. No Brasil, o debate parece não ter vingado. O ciclamato de sódio tem lugar garantido em nosso cardápio, pois bebidas *light* são comercializadas sem nenhum tipo de restrição.

com as outras", conta a bioquímica Helena Bolini, da Unicamp, orientadora do estudo.

Foi assim que os pesquisadores concluíram que a doçura da sucralose e da estévia, quando esses edulcorantes são encapsulados com a nova técnica desenvolvida por Selmi, dura cerca de duas vezes mais. Os resultados foram publicados nos periódicos *Food Chemistry* (v.139, 2013) e *Journal of Food Engineering* (v.119, 2013).

"Também fizemos testes de aceitação entre potenciais consumidores de goma de mascar", complementa Selmi. Foram 120 provadores. "Disseram que, com a sucralose encapsulada, a textura do produto ficou mais agradável; e, com a estévia encapsulada, o sabor melhorou."

**ENCAPSULAR É PRECISO** Técnicas de encapsulação já são conhecidas na indústria. O procedimento permite a liberação controlada de diversos compostos. Digamos que um alimento, por exemplo, tenha uma substância bastante saudável mas de sabor horró-

so. Após alguns truques, pode-se simplesmente encapsular o composto responsável pelo gosto ruim, de modo que ele não seja liberado para o paladar enquanto estiver na boca do consumidor. As comidas podem ficar mais gostosas. Princípios ativos de fármacos também podem ser aperfeiçoados com métodos similares.

"Existem diversas patentes envolvendo a encapsulação de edulcorantes, pois a técnica já é bastante utilizada na indústria alimentícia", contextualiza Selmi. Por isso suas pesquisas serão úteis – afinal, o conhecimento intramuros mantido no setor produtivo poderá ser mais bem analisado pela academia; e o estudo pode gerar novas tecnologias para aperfeiçoar técnicas já existentes. O próximo passo de Selmi é estudar o comportamento de compra dos consumidores em relação a gomas de mascar desenvolvidas com essas novas tecnologias.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ





# SIMPLICIDADE E EFICIÊNCIA

PROJETO SUL-AFRICANO DE PRÓTESE MECÂNICA PARA MÃOS  
É APRIMORADO EM PESQUISA BRASILEIRA

Quando Richard van As, carpinteiro da África do Sul, sofreu um acidente que causou a amputação de quatro dedos, não se resignou. Buscou desenvolver uma alternativa às próteses convencionais que lhe permitisse recuperar a funcionalidade das mãos. Assim teve início o projeto 'Robo-hand', que se vale da tecnologia das impressoras 3D para criar próteses motoras simples e eficientes.

Com a ajuda do designer norte-americano Ivan Owen, Van As desenvolveu uma mão mecânica formada por peças de plástico que imitam as falanges dos dedos. O movimento de abre e fecha é controlado pela flexão do pulso por meio de fios de náilon que garantem a articulação das peças. Modelos da prótese impressos em 3D foram distribuídos a crianças da África do Sul e o projeto divulgado em vídeos nas redes sociais.

Foi assim que a iniciativa chegou ao conhecimento da biomecânica Maria Elizete Kunkel, pesquisadora da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), que resolveu trazer

a ideia para o Brasil. "Em nosso país a ciência está muito atrasada no desenvolvimento de próteses para membros superiores; já são cerca de 30 anos sem avanço", diz. "A amputação é comum em cidades pequenas do interior por causa de acidentes de trabalho ou de doenças congênitas, e importar próteses sai muito caro devido aos impostos e à conversão da moeda. É um sonho distante para a maior parte da população."

Em contato com Van As, Kunkel decidiu aprimorar o projeto do carpinteiro. "A prótese feita por Richard é muito boa, mas do ponto de vista biomecânico poderia ser melhorada em vários pontos e é para isso que estamos trabalhando", aponta. "Com mudanças no desenho, estamos fazendo com que a nova prótese consiga segurar melhor os objetos e comporte acessórios que permitam que o paciente faça movimentos como escrever, escovar os dentes e segurar talheres para comer."

O projeto brasileiro incluiu a confecção de uma palma para a mão e

adicionou borrachas nos dedos que aumentam a aderência e garantem que o objeto segurado não deslize. "Também alteramos o tamanho dos dedos para que ficassem proporcionais ao tamanho de uma mão adulta", conta Kunkel.

A pesquisa segue a ideia de manter o projeto simples e eficiente, em contraposição às próteses já existentes no mercado, que são apenas estéticas ou apresentam componentes eletrônicos sofisticados. "As próteses estéticas imitam uma mão, mas não têm o movimento", explica Kunkel. "Já as mioelétricas pesam muito por conta dos componentes eletrônicos, podendo chegar a 2,5 kg."

O peso é um limitador do uso desse tipo de prótese para as crianças, que não conseguem carregar muito peso. "Na fase de crescimento, é ainda mais difícil adquirir uma prótese, porque o coto vai crescer e ela vai se tornar inadequada", diz a biomecânica. "Com esse projeto é muito fácil redimensionar e reimprimir a prótese conforme a criança for crescendo."

FOTOS: MARIA ELIZETE KUNKEL

A mão robótica desenvolvida na África do Sul e aprimorada no Brasil é totalmente mecânica e foi pensada para ser obtida facilmente com impressoras 3D. O movimento do pulso é usado para flexionar os dedos e segurar objetos

O novo projeto traz ainda avanços em relação aos movimentos da prótese. O controle do movimento nas próteses mioelétricas convencionais é geralmente feito por um músculo próximo à área amputada e requer bastante domínio. Segundo a pesquisadora, o aprendizado trabalhoso faz com que muitos desistam de utilizar a prótese. Isso, somado ao alto custo da peça (cerca de 100 mil reais), não a tornam uma opção muito atraente.

A alternativa 'Robohand', desenvolvida na África do Sul, já é utilizada por várias crianças pelo mundo há cerca de dois anos. No Brasil, a prótese aprimorada está em fase de testes com um adulto de 35 anos. O projeto foi desenvolvido em conjunto com Cândida Luso e Mariana Camargo, integrantes da equipe de terapia ocupacional do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC da USP. Kunkel pretende começar os testes em crianças de até 10 anos em breve. "Vamos utilizar uma equipe de psicólogos, terapeutas ocupacionais e biomecânicos para estudar profundamente a adaptação das crianças à prótese e chegar a um modelo ideal", conta.

**MATÉRIA CERTA** Impressa em plástico, a mão robótica conta com parafusos e fios de aço para fixar as partes e criar o movimento. A adaptação ao pulso do paciente é feita por um termoplástico moldado ao membro amputado que garante um encaixe adequado. "O contato com o corpo do paciente tem que ser exato para que ele possa tirar e colocar a prótese com facilidade", aponta a pesquisadora. É justamente a matéria-prima, o plástico, que torna a prótese leve. Toda a



mão robótica pesa cerca de 300 gramas, o que faz dela uma boa opção para crianças.

Por ser feita de um material frágil e quase descartável, a prótese foi pensada como uma solução provisória, o que é ideal para crianças, que crescem rapidamente e logo precisam de uma nova prótese, que pode ser impressa sem complicações. Para os adultos, que costumam carregar objetos mais pesados e usar a mesma prótese por mais tempo, a atual configuração, de plástico, não é a melhor opção. Mas tem sua utilidade. "Como a fila para a espera de uma prótese definitiva pode chegar a até dois anos, ela será útil para muitos pacientes", ressalta Kunkel.

A pesquisadora também não descarta a possibilidade de imprimir próteses em materiais mais resistentes no futuro. "Existem impressoras que imprimem em qualquer tipo de material", diz. "O modelo ideal para um determinado paciente poderia ser impresso em metal, por exemplo, o que garantiria a resistência necessária para os adultos, embora aumentasse o peso da prótese."

A prótese desenvolvida ainda não tem valor definido, embora Kunkel aponte que o valor deva ficar abaixo de R\$ 300. Para definir o preço, ainda é preciso garantir uma impressora 3D capaz de imprimir as peças. "Atualmente, as impressoras utilizadas pertencem à Universidade Federal do ABC (UFABC) e custam cerca de R\$ 400 mil", diz. "Contudo, há um projeto nessa universidade, coordenado pelo físico Nilo Mestanza, que busca desenvolver uma impressora mais barata, estimada em R\$ 5 mil, que poderíamos utilizar no nosso programa."

A pesquisa motivou a criação da Associação de Desenvolvedores de Soluções Tecnológicas para Amputados, idealizada por Kunkel e pela designer Margareth Maria Rego. A associação pretende ajudar as pessoas que não têm acesso a próteses, bem como promover o desenvolvimento de próteses de baixo custo.

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# PARA NÃO CHORAR SOBRE LEITE ADULTERADO

NOVO EQUIPAMENTO PORTÁTIL USA ELETRICIDADE PARA DETECTAR ADULTERAÇÕES EM AMOSTRAS DA BEBIDA FRESCA DE MODO SIMPLES E À PROVA DE FRAUDES

No processo de produção do leite, a bebida fresca é recolhida das propriedades rurais e levada até as fábricas, onde é preparada, tratada e acondicionada para posterior distribuição. Tradicionalmente, a adição de água ou outros componentes estranhos ao leite cru só pode ser detectada quando chega à fábrica, acarretando grandes desperdícios pela logística envolvida no processo. Uma nova tecnologia desenvolvida no Brasil permite testar o produto ainda no local de coleta, diminui a possibilidade de adulteração e pode ser usada por qualquer pessoa, mesmo sem formação específica. O equipamento portátil já está disponível no mercado.

O novo procedimento utiliza a corrente elétrica para detectar alterações no leite antes de ser encaminhado aos laticínios. O cruzamento dos valores de grandezas elétricas, como condutividade, capacitância e resistência, referentes ao líquido em

análise, permite dizer, em segundos, se o produto está 'batizado'. "A adição de substâncias como cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, álcool, soda cáustica e urina modifica os valores de referência esperados, o que acusa a falsificação", explica o físico Wesley Nascimento, da Universidade Federal de Juiz de Fora, do *campus* avançado de Governador Valadares (MG), um dos responsáveis pelo projeto. "No caso da água, o aparelho que desenvolvemos com base no método permite determinar até o percentual acrescentado."

A adição de componentes estranhos ao leite pode trazer uma série de problemas. A água, por exemplo, prejudica a produção de laticínios, que utilizam a matéria sólida do leite para gerar derivados como a manteiga. "Além disso, em alguns casos sua origem pode ser a torneira ou o próprio 'curral', o que cria grande risco de contaminação", destaca Nas-

cimento. "Já a adição de reconstituintes, neutralizantes e conservantes, além de ser proibida por lei por descaracterizar o produto, pode causar prejuízos à saúde do consumidor."

**GRANDEZAS ELÉTRICAS** Atualmente, a técnica mais usada no controle da qualidade do leite é a crioscopia, que se baseia na temperatura de congelamento do material. O ponto de congelamento do leite é  $-0,512^{\circ}\text{C}$  e a adição de outras substâncias à mistura altera esse ponto: aproximando-o de zero, no caso da água, ou afastando-o, no caso de outros componentes, como o cloreto de sódio.

O pesquisador explica que um dos pontos fracos do método tradicional é justamente a possibilidade de ser burlado pela adição de água e de outras substâncias que, em quantidades específicas, conseguem manter o ponto de congelamento da mistura. "No caso das grandezas elétricas, porém, os efeitos são diferentes, mais difíceis de serem compensados, o que torna a análise mais precisa", compara. "Isso ajuda a combater as fraudes, mas o ideal é a combinação das duas metodologias."

O processo desenvolvido pelo grupo brasileiro também utiliza as grandezas elétricas para identificar alterações na qualidade do produto coletado. Com o passar do tempo, a acidez do leite fresco vai aumentando devido ao crescimento de bactérias e à consequente produção de ácido láctico. Por isso, resultados superiores a 18 graus Dornic ( $^{\circ}\text{D}$ ) de acidez no

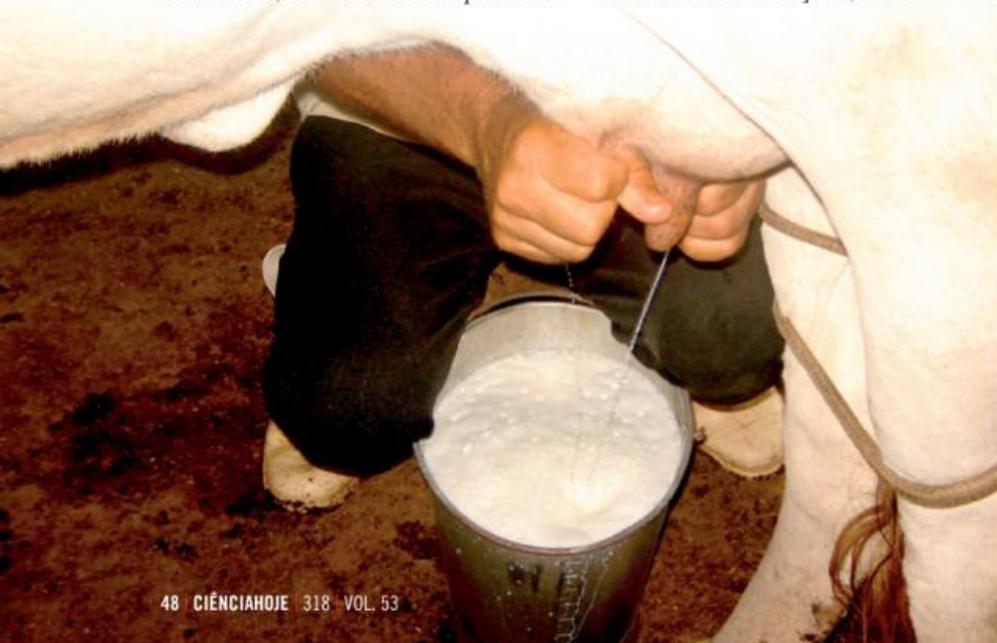


FOTO: DIVULGAÇÃO



FOTO: ALEXANDRE PESSOA BORNELAS

momento da coleta de-nunciam um produto de má qualidade.

“No campo, em geral, utiliza-se um procedimento conhecido como teste do alizarol para avaliar essa propriedade, mas a técnica é interpretativa e pouco exata”, destaca Nascimento.

O físico lembra ainda que, independentemente do método, a amostra analisada deve ser de um leite chamado ‘de conjunto’. “O produto cru varia muito sua composição, de animal para animal, de acordo com a ordem da ordenha e época do ano, entre outros fatores”, esclarece. “A orientação para a coleta é manter o leite obtido das ordenhas em tanques de refrigeração até a passagem do caminhão do laticínio, refrigerado a cerca de 2°C e sob ação de pás agitadoras, para facilitar a troca de calor e homogeneizar a mistura – e são as amostras desse material homogêneo que devem ser avaliadas.”

**PORTABILIDADE MÁXIMA** O equipamento, batizado de MilkTech e desenvolvido no Laboratório de Espectroscopia de Materiais da UFJF sob orientação de Maria José Valenzuela Belle, guarda outro grande trunfo: a portabilidade. O processo tradicional exige um sistema de refrigeração sofisticado, por isso os testes são feitos após o transporte do leite até a indústria – o que implica despesas inúteis de tempo e deslocamento caso sejam constatadas adulterações. “Nossa proposta foi criar um equipamento portátil baseado na metodologia que desenvolvemos e que fosse totalmente automatizado”, destaca o pesquisador.

O novo aparelho, formado por dois eletrodos que devem ser mergulhados em amostras de 100 ml de leite, tem dimensões semelhantes às de um leitor de cartão de crédito e é fácil de ser operado por qualquer pessoa, mesmo sem formação técnica. “Um dos eletrodos mede a temperatura e compensa os resultados, per-

mitindo a análise de amostras em uma ampla gama de temperaturas, uma vez que nem sempre as condições de refrigeração encontradas no campo são as ideais; já o outro faz as leituras elétricas propriamente ditas”, explica. “Para operar o equipamento basta pressionar um botão; a leitura é automática, leva cerca de 15 segundos e pode ser feita até pelo motorista do caminhão de transporte.”

O MilkTech possui portas USB para transferência de dados e cada propriedade é registrada com um código, a ser cadastrado pelo responsável pela análise. “O sistema otimiza a coleta de dados, que hoje é feita com fichas para registro de volumes, data e temperaturas do leite, preenchidas no momento da coleta”, explica. “O novo aparelho já registra horário e temperatura de coleta, associa os dados ao produtor e possibilita até a identificação de alterações decorrentes de problemas de transporte, como atrasos do caminhão.”

**NO MERCADO** Fruto de pesquisa que durou oito anos e envolveu profissionais da física, engenharia, química, farmácia e de outras áreas da universidade, o MilkTech já foi patenteado e acaba de chegar ao mercado, licenciado pela empresa B&A Inovação e Tecnologia e vendido pela Tex Tech Indústria e Comércio de Laticínio. O preço do aparelho é aproximadamente R\$6.500, metade do valor dos equipamentos utilizados atualmente.

Um dos próximos passos do projeto é desenvolver o sistema para que ele consiga diferenciar, na hora, qual adulteração foi feita no leite – atualmente ele indica apenas que a amostra não está pura, mas a substância adicionada só é conhecida após análise laboratorial (assim como acontece com a crioscopia). O grupo também trabalha no desenvolvimento de equipamentos para exame da qualidade de outros produtos.

MARCELO GARCIA | CIÊNCIA HOJE | RJ

## MEDALHA FIELDS PARA O BRASIL



O carioca Artur Ávila, de 35 anos, é o primeiro matemático brasileiro a receber a prestigiada

medalha Fields, considerada uma espécie de prêmio Nobel da matemática. Concedida pela União Internacional da Matemática, a medalha é entregue a cada quatro anos, desde 1936, a pesquisadores com menos de 40 anos cujos trabalhos tenham sido considerados fundamentais para o avanço dessa área do conhecimento (ver ‘A habilidade de transpor conhecimentos’ em CH 264). Junto com Ávila, os ganhadores da medalha este ano são o canadense Manjul Bhargava, o austríaco Martin Hairer e a iraniana Maryam Mirzakhani – a primeira mulher a receber a láurea. Cada um vai receber 15 mil dólares canadenses (em torno de R\$ 31 mil). O prêmio, anunciado durante o Congresso Internacional de Matemáticos (ICM), em Seul (Coreia do Sul), nunca havia sido concedido a um latino-americano. Ávila, que é diretor de pesquisa do CNRS, na França, recebeu a premiação por seus trabalhos em sistemas dinâmicos. O próximo ICM ocorrerá no Rio de Janeiro em 2018.

A rede de arrasto retém tudo o que está em seu caminho. Isso geraria grande impacto ecológico, pois a destruição do fundo oceânico traz sérias consequências para a biodiversidade

## ARRASTO CONSCIENTE

GERALMENTE DESCARTADOS, RESTOS DA PESCA DO CAMARÃO COM REDES PODEM SER APROVEITADOS PELA INDÚSTRIA

Imagine se, para fazer um churrasco, você destruísse uma floresta inteira só para criar uma dúzia de cabeças de gado e, assim, obter carne. O cenário parece absurdo. Mas é mais ou menos o que acontece nos diferentes biomas brasileiros degradados em nome da pecuária. E é também o que acontece nos mares, quando se usa o chamado sistema de arrasto – uma técnica de pesca, empregada em todo o mundo, na qual redes submersas presas a barcos são conduzidas de modo a arrastar e reter praticamente tudo o que estiver pelo caminho. A pesca do camarão é em sua maioria realizada por esse método. Estima-se que, para cada quilo de camarão pescado, 21 kg de outros seres vivos são desperdiçados.

Preocupados com a situação, pes-

Após a pesca de arrasto, camarões e alguns peixes com valor comercial são separados. Mas o resto da fauna acompanhante costuma ser descartado



FOTOS: TÂNIA MÁRCIA COSTA

quisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), do Campus Experimental do Litoral Paulista (CLP), perceberam que, a partir do material excedente do arrasto, pode ser possível aproveitar substâncias de interesse para a indústria. “O objetivo é aumentar a renda dos pescadores, diminuir o desperdício da atividade e com isso preservar o fundo do mar”, diz o químico Wagner Vilegas, um dos coordenadores do projeto, junto com os biólo-

gos Tânia Márcia Costa e Wagner Cotroni Valenti.

Como não podem ser aproveitados como alimento, muitos animais marinhos capturados nas redes não têm utilidade alguma para o pescador. A ideia dos pesquisadores da Unesp, então, é descobrir possíveis usos para tantos rejeitos. “Já existiram estudos buscando aproveitar esses organismos para a alimentação humana, mas sem sucesso;

muitos são até venenosos”, lembra Costa. “Nossa pesquisa propõe uma mudança: queremos usar esses organismos como fontes de biomoléculas, buscando substâncias de interesse industrial ou farmacológico”, diz a pesquisadora. “Assim, a pesca poderá ter muito mais valor agregado, fazendo com que o pescador tenha a mesma renda, ou até maior, com um arrasto muito menor”.

A ideia parece promissora. Surpreendentemente, muito pouco já foi estudado sobre o assunto. “Apesar de tão trivial do ponto de vista da pesca, o arrasto está ainda obscuro sob a ótica científica da biologia e da química”, diz Vilegas.

**PESCA MAIS LUCRATIVA** Ao longo dos últimos meses, a equipe de pesquisadores acompanhou alguns arrastos e levou para o laboratório tudo o que foi pescado. Cada um dos seres foi catalogado e submetido a análises químicas e biológicas – em busca de substâncias que possam eventualmente ser aproveitadas pela indústria. Nessas análises, os animais são imersos em etanol, onde as substâncias presentes no organismo são dissolvidas. Assim é possível avaliá-las com precisão e saber quais são as propriedades químicas de cada composto, bem como seus possíveis aproveitamentos.

O trabalho ainda está no começo. Até o momento, não se sabe quais substâncias podem de fato ser úteis e proporcionar melhor aproveitamento dos restos da pesca de arrasto. “Assim que resultados concretos forem observados, pretendemos elaborar o que chamaremos de guia pictórico da fauna acompanhante”, adianta Vilegas. Será uma referência não só para futuros estudos, como para os próprios pescadores. “A ideia é auxiliá-los a reconhecer, ao menos parcialmente, o potencial de aproveitamento do material pescado que hoje acaba sendo desperdiçado.”

GABRIEL TOSCANO | CIÊNCIA HOJE | RJ

## ODONTOLOGIA

# Dentes saudáveis com menos flúor

Fruto de mais de 10 anos de estudos, uma nova pasta dental desenvolvida pela Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Araçatuba, promete aumentar a eficácia contra as cáries utilizando menos flúor do que os produtos hoje disponíveis no mercado. Alberto Delbem e Juliano Pessan, professores de odontopediatria da Unesp e responsáveis pelo projeto, contam que a proposta do novo creme dental é atender principalmente às crianças, que mais sofrem os efeitos colaterais da presença do elemento nos compostos comerciais.

“Crianças até os sete anos de idade são mais sensíveis aos efeitos do flúor quando usado em grandes quantidades ou por tempo prolongado, o que pode causar uma alteração chamada fluorose dental, caracterizada pelo aparecimento de manchas esbranquiçadas nos dentes”, explicam Delbem e Pessan. “O problema surge e se

torna importante porque muitas crianças nessa idade não conseguem cuspir toda a pasta após a escovação e, portanto, acabam ingerindo o produto.”

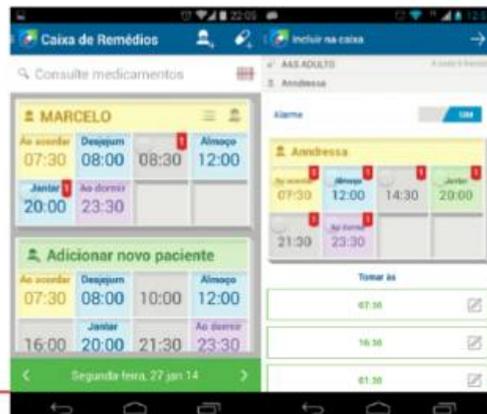
A fórmula desenvolvida na Unesp contém cerca de metade do flúor das pastas tradicionais. Para compensar essa redução sem perder a eficácia na proteção contra as cáries, foi adicionado o trimetafosfato de sódio, composto que é retido na superfície dos dentes, diminuindo a ação de ácidos bacterianos, e ainda potencializa a ação do próprio flúor.

“Depois de um teste com 600 crianças, comprovamos que a presença do trimetafosfato de sódio conferiu uma proteção maior contra cáries, se comparada com uma pasta convencional”, comemoram os pesquisadores. A nova fórmula já pode ser licenciada e comercializada e seu custo seria aproximadamente o mesmo das pastas comuns já existentes no mercado (entre R\$1,50 e R\$ 2).

## REMÉDIO NA HORA CERTA

Andressa toma 12 remédios por dia. Não é surpreendente que ela tenha dificuldades para gerenciar tão complexa agenda de medicação. Como manter a disciplina e usar as drogas certas na hora certa? Basta baixar o novo aplicativo ‘Caixa de remédios’, disponível de graça para telefones celulares e tablets que rodam iOS ou Android. O programa, idealizado por professores de medicina e farmacologia da Universidade de São Paulo (USP), traz vasto banco de dados com informações detalhadas sobre milhares de remédios comercializados no Brasil. Tudo o que o usuário deve fazer é selecionar as drogas que consome e seus respectivos horários – de acordo com a prescrição médica. O aplicativo então avisará, como se fosse um despertador, os horários exatos para cada medicação. E também aponta contraindicações. Além disso, o sistema é vinculado a um mecanismo que mostra os preços atualizados de cada produto; entre diversas outras pequenas funcionalidades úteis. A ideia promete facilitar a vida tanto de pacientes quanto de seus cuidadores – que podem administrar com mais precisão os horários e os medicamentos de cada usuário cadastrado no aplicativo.

Tela do aplicativo “Caixa de remédios”



# ARMADILHA INTELIGENTE

SENSOR É CAPAZ DE IDENTIFICAR ESPÉCIES DE INSETOS A PARTIR DE VIBRAÇÕES PRODUZIDAS PELO BATER DAS ASAS

De transmissores de doenças a pragas em plantações, certos insetos causam muitos problemas para os humanos. Por outro lado, várias espécies são inofensivas e importantes para a natureza, por polinizar plantas, por exemplo. Para combater o inseto certo, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), do *campus* de São Carlos, desenvolveram um sensor capaz de identificar a espécie pela batida da asa.

Cada espécie de inseto tem uma batida de asa que produz uma vibração específica. “A vibração é como um sinal único e, com o auxílio de um computador, é possível agrupar sinais similares e classificá-los por espécie”, diz o cientista da computação Gustavo Batista, coordenador do projeto. “Assim, com um sensor que capta essa vibração, podemos identificar os insetos de determinada área.”

Com ajuda de um *laser* de um lado e fototransistores do outro – compo-

nente eletrônico usado em controles remotos de televisão –, o aparelho capta a vibração da asa do inseto que atravessar o espaço entre as duas peças. A informação é comparada com os dados coletados pelos pesquisadores e, em tempo real, o sensor reconhece a espécie do inseto. “Quando um mosquito passa entre as peças, a luz emitida pelo *laser* fica bloqueada de acordo com a batida de sua asa”, diz Batista. “É essa vibração que é captada pelo sensor, por meio dos fototransistores.”

**APLICAÇÕES VARIADAS** A tecnologia pode ser usada de diversas formas. Uma das possíveis aplicações é a captura de mosquitos transmissores de doenças, como o da dengue. Para isso, o dispositivo é acoplado a uma armadilha. “O sensor, ao fazer o reconhecimento da espécie, pode acionar uma porta para libertar uma inofensiva abelha ou um mecanismo de ar para

colar um mosquito transmissor da dengue em um papel adesivo”, exemplifica Batista. Para atrair insetos sugadores de sangue como o *Aedes Aegypti*, o dispositivo libera gás carbônico, componente químico que os atrai.

Outra aplicação para o sensor é o mapeamento da população de insetos em uma área, o que pode ser relevante para traçar estratégias de combate a doenças como a dengue ou de controle de pragas em plantações. Neste último caso, o sensor pode ser colocado em áreas livres. “Para essa função, posicionamos um *laser* em um local e fototransistores a até 10 m de distância apontados para ele, monitorando todo inseto que passar entre os dois”, aponta Batista.

O pesquisador explica que, ao mapear a população de insetos, pode-se descobrir quais espécies apresentam riscos para determinada plantação e, em vez de pulverizar pesticidas em massa, como é feito hoje, seria possível selecionar o pesticida correto e aplicá-lo em regiões específicas. “Essa medida evitaria a morte de insetos importantes para a polinização ou que servem de alimento para pássaros.”

A produção do dispositivo é estimada em cerca de R\$ 30. Por enquanto, os pesquisadores seguem mapeando as vibrações das batidas das asas dos insetos para complementar o reconhecimento das espécies e formar um catálogo. A patente do produto deve ser registrada no próximo ano, quando estará pronto para comercialização.

FOTO: RENALDO MIZUJANI

Armadilha conta com sensor que reconhece a espécie de inseto capturada



ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

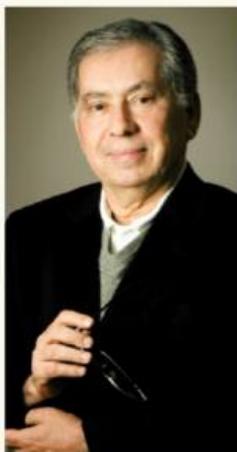


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Nossas cidades ainda são poderosas fontes de desigualdade – a ser combatida. São também instrumentos da educação para o convívio e a tolerância – a ser valorizada*

## A FORMA E O DESEJO

A brutal transformação que as grandes cidades do mundo experimentaram ao longo do século 20 teve dois componentes tecnológicos essenciais: o elevador e o automóvel. Ambos modificaram a imagem ambiental urbana e produziram dois estereótipos: a cidade densa e a cidade expandida.

Nova York consagrou-se como cidade dos arranha-céus, mas não do automóvel; Los Angeles apresenta-se como uma cidade sem limites sustentada pelo carro. No Brasil, em geral, as cidades foram muito receptivas ao edifício alto e alteraram até suas linhas estruturais com a prioridade conferida ao rodoviarismo.

Agora, na África do Sul, por ocasião da Assembleia Geral da União Internacional de Arquitetos, em que o Rio de Janeiro foi escolhido como sede do Congresso Mundial de Arquitetos de 2020, concorrendo com Paris (França) e Melbourne (Austrália), ficaram claras essas morfologias diferentes. São modelos distintos de cidades.

Paris, a metrópole moderna reconfigurada no século 19, preservou suas características ambientais centrais e promoveu sua expansão na periferia, apoiada no transporte de alta capacidade. Valoriza o *continuum* construído e o espaço público.

Melbourne, cidade de grande expansão a partir dos anos 1950, moldou-se pelo automóvel e pela edificação em autonomia em relação ao espaço público. Valoriza o edifício isolado e o 'não lugar'.

Rio, a cidade múltipla, diversa, não se contém nos modelos e mantém certa ambiguidade nas escolhas que faz. Rejeitou o espigão, mas estimula o aumento de volumes a construir. Sua vida é no espaço público – mas será que o valoriza?

Contudo, não são apenas os componentes tecnológicos que conformam as cidades.

A sociedade se molda com a cidade e nela é representada. A dissociação entre

valores sociopolíticos e a materialidade urbana certamente é ilusória. Isto é, na cidade, a forma e o desejo andam de mãos dadas.

Se o que vemos em nosso cotidiano urbano indigna nossa concepção de civilidade, tal dissintonia sinaliza ou um alheamento nosso em relação aos elementos conformadores da cidade ou uma hipervalorização de nossas expectativas, destituída de consequências na ação política.

É o conhecimento e o debate que poderão fazer alcançar a sintonia entre ideia e matéria. Daí, a importância da reflexão sobre a cultura arquitetônica e os caminhos escolhidos no nosso desenvolvimento urbano.

Este início de século nos oferece a generosa ideia da tolerância, da diversidade, da multiplicidade – não mais a hegemonia do pensamento dominante e excludente, que caracterizou o século passado.

Com a escolha do Brasil e do Rio como sede do maior evento de arquitetura do mundo, o Congresso UIA 2020, teremos pelos próximos anos a possibilidade de ampliar a reflexão sobre nossas cidades. Elas ainda são poderosas fontes de desigualdade – a ser combatida. São também instrumentos da educação para o convívio e a tolerância – a ser valorizada.

A dimensão espacial desses propósitos é a arquitetura. É nela que materializamos nossos sonhos.

A cidade do desejo contemporâneo é amena e acolhedora e se desenha voltada para as pessoas – para todos os homens, mulheres, crianças e idosos, com capacidade de movimento ou com dificuldades para tanto, pedestres ou não, de todas as etnias, religiões e talentos. Os lugares são compartilhados e os serviços urbanos são universalizados. É uma cidade não predatória de território e do ambiente.

A forma urbana que corresponde a tal desejo não se esgota em um modelo.

### 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

**PAULO ELPÍDIO  
DE ALVARENGA MARINHO**

Instituto de Criminalística,  
Polícia Civil de Minas Gerais



## Daltonismo nas leis de trânsito no Brasil

O daltonismo vem sendo, há muito tempo, caracterizado como 'distúrbio', 'patologia' ou 'doença', inclusive nos livros e nas escolas. O próprio Conselho Federal de Medicina, em sua página na internet, diz o seguinte: "O distúrbio, também chamado discromatopsia, é causado por uma alteração genética que limita a capacidade da retina de distinguir as cores, principalmente as variações do verde e do vermelho". Tais caracterizações não definem bem essa limitação visual, identificada no século 19 pelo físico inglês John Dalton (1766-1844), e geram problemas a seus portadores, como a dificuldade para obter a habilitação legal para dirigir veículos.

Na verdade, indivíduos daltônicos estão potencialmente aptos a conduzir todo tipo de veículo, como qualquer pessoa com visão 'normal'. Além disso, em certas circunstâncias (na visão noturna, por exemplo), o daltonismo pode ser vantajoso para seus portadores.

Embora a legislação brasileira não proíba expressamente os daltônicos de ter a carteira de habilitação, a Resolução 267 do Conselho Nacional de Trânsito dispõe que os candidatos à direção de veículos automotores "devem ser capazes de identificar as cores verde, amarela e vermelha". Essa determinação, em tese, levaria

à reprovação da maioria dos daltônicos no exame médico necessário para obter a carteira. Hoje, no Brasil, muitas pessoas com essa limitação visual são autorizadas a dirigir veículos, mas algumas são impedidas ou não obtêm a chamada carteira profissional (não podem ser motoristas profissionais).

Há, na retina, dois tipos de células responsáveis pela visão: os cones e bastonetes. Os primeiros, responsáveis pela distinção das cores, são pouco sensíveis à luz e precisam de mais intensidade luminosa para serem estimulados. Já os bastonetes são mais sensíveis às variações de intensidade luminosa, o que permite melhor definição de contrastes, mas não proporciona percepção de cores.

**TRÊS TIPOS DE CONES** Os humanos têm, normalmente, uma combinação de bastonetes e cones na retina. A maior parte da população é formada por indivíduos que enxergam três cores (tricromatas), por meio de três tipos de cones: azul-violeta (com pico na faixa de 419 nanômetros), verde (531 nm) e verde-amarelo (559 nm). A combinação dessas cores gera as demais percebidas pelos tricromatas. Entre 8% e 10% da população, no entanto, podem ter na retina dois tipos de cones, apenas um tipo ou nenhum (visão monocromática).

Ao longo da evolução, o processo de seleção natural levou os vertebrados a uma especialização da visão de acordo com seu ambiente, seu nicho ecológico e suas necessidades alimentares. Por isso, o sentido da visão, nos animais, mostra grande variação. Em alguns mamíferos, co-

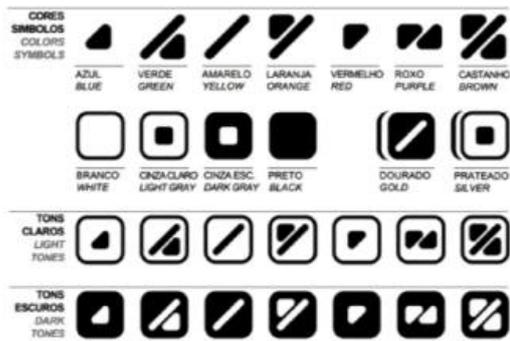
*Indivíduos daltônicos estão potencialmente aptos a conduzir todo tipo de veículo, como qualquer pessoa com visão 'normal'*

mo os roedores de hábitos noturnos, a maior parte da população é composta por 'daltônicos' monocromáticos. Os leões também tiram proveito do 'daltonismo': melhoram sua visão noturna e reconhecem de modo mais eficaz os indivíduos camuflados – em contrapartida, não percebem todas as cores que os humanos podem distinguir.

Em geral, as aves enxergam muito mais cores que os humanos, exceto aquelas de hábitos noturnos (como a coruja) que apresentam predominância de bastonetes na retina. De fato, a visão humana, no quesito 'cores', é pior que a de muitos animais. Perdemos até para o pombo, que tem cinco tipos de cones. Uma espécie de camarão (*Squilla mantis*) tem 12 tipos de cones na retina!

Mutações pontuais surgem ao acaso nos genomas dos indivíduos e são as matérias-primas para a adaptação dos seres vivos. Em macacos da América do Sul, devido ao isolamento geográfico, as mutações que levaram à tricromia surgiram e evoluíram de formas bem diferentes das existentes nos macacos europeus, embora os pigmentos envolvidos sejam muito semelhantes. Após 20 anos de pesquisas, a neurocientista Gabriele Jordan, da Universidade de Newcastle, encontrou uma mulher capaz de enxergar cerca de 99 milhões de cores a mais do que a maioria das pessoas. Provavelmente esse não é o único caso no mundo e outras pessoas podem também ter esses genes. Como essa característica é herdada geneticamente, caso sua presença aumente na população, os humanos continuariam evoluindo na percepção das cores.

Já o daltonismo, se de um lado reduz a distinção de cores, por outro proporciona melhor visão noturna, amplia a capacidade de identificar elementos camuflados, gera maior sensibilidade para contrastes e brilho, torna mais fácil visualizar imagens em três dimensões e aprimora a percepção de diferentes texturas de superfícies. Essas habilidades são importantes em animais caçadores. Não



O código ColorADD combina símbolos para indicar as cores

foi por acaso que daltônicos foram usados em patrulhas na Segunda Guerra (pelo marechal Erwin Rommel, chamado de 'raposa do deserto', em suas tropas na África), na Guerra do Vietnã e em outros conflitos.

Também não é difícil entender que o daltonismo se manteve na população, em especial entre os homens, por assegurar certas vantagens adaptativas aos nossos ancestrais. Com a divisão social de tarefas, os homens eram responsáveis, em antigas populações humanas, pela caça e pela segurança da comunidade durante o repouso noturno, hipótese endossada pelo fato de o daltonismo ser mais comum, em diversas espécies de primatas, em indivíduos do sexo masculino. Às mulheres, cabiam outras tarefas, nas quais poderia ser vantajosa a habilidade na distinção das cores.

**DALTONICOS E VEÍCULOS** Tramita no Congresso Nacional um projeto de Lei 9, de 2013, que altera o Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503), estabelecendo formatos diferentes para os focos luminosos dos semáforos, em função da cor da luz (vermelho em formato quadrado, amarelo em triângulo e verde em círculo). No entanto, esse projeto tem dois pontos falhos. O primeiro está na dificuldade de, a longas distâncias, distinguir essas figuras geométricas. O segundo está no alto custo financeiro da troca de todos os semáforos do país.

Algumas cidades já têm semáforos com outro tipo de adaptação que facilita a visão por parte dos portadores de daltonismo (sejam condutores

ou pedestres). Nesse caso, os semáforos têm faixas brancas reflexivas ao lado da luz amarela, que ajudam os daltônicos a saber qual a cor do sinal aceso por estar acima ou abaixo da faixa (em locais escuros, o daltônico que não distingue o verde do vermelho poderia não ver o conjunto do semáforo e, sem essa referência, não saber qual sinal está aceso). Esse sistema, porém, ainda é utilizado em poucos municípios.

Um designer português, Miguel Neiva, desenvolveu em 2008 um código, o ColorADD, que combina cinco símbolos (um para cada cor primária – vermelho, amarelo e azul – e outros para o branco e o preto) para identificar a maior parte das cores usadas em produtos e nas ruas. O projeto já foi implantado em uma marca portuguesa de lápis de cor, está em estudo para ser adaptado ao metrô da cidade portuguesa do Porto (se aprovado, será o primeiro metrô adaptado para daltônicos no mundo). No Brasil, um adendo em projeto de lei tenta incluir esse código nos sinais de trânsito.

O daltonismo não deve ser interpretado como 'distúrbio' ou 'doença', e sim como uma variedade genética que, dependendo das condições ambientais, pode ser essencial no processo de adaptação das espécies ao seu habitat. Não há razão para que a legislação de trânsito continue exigindo que os condutores de veículos sejam capazes de identificar cores. Cabe ao Estado atuar como garantidor das adaptações necessárias para que ocorra a inclusão dos daltônicos no contexto social.

# O universo em um microcosmo

Pequenos ambientes naturais são usados para testar teorias ecológicas

**ALINY PATRÍCIA FLAUZINO PIRES**  
**PAULA MUNHOZ DE OMENA**  
**FERNANDA DALL'ARA AZEVEDO**

Laboratório de Limnologia,  
 Universidade Federal do Rio de Janeiro

**ANA ZANGIROLAME GONÇALVES**

Programa de Pós-graduação em Ecologia,  
 Universidade Estadual de Campinas

Em diferentes áreas da ciência, hipóteses e teorias são testadas em laboratório, onde se tenta reproduzir as mesmas condições encontradas na natureza. No entanto, em certos casos essa reprodução é inviável. Isso acontece na ecologia, já que os sistemas naturais apresentam alta complexidade e estão sujeitos a fatores aleatórios, como, entre outros, a variação do clima. Para superar essa dificuldade, os ecólogos têm feito experimentos em ambientes naturais de pequeno tamanho, chamados de microcosmos, que podem servir como modelos de estudo.

Comparar o universo a um buraco em uma pedra pode parecer loucura. No entanto, ambos podem ser considerados um cosmo, ou seja, uma estrutura complexa, mas organizada e harmônica. Em geral, o termo cosmo é usado para designar o universo em sua totalidade. Entretanto, a definição de cosmo não se restringe ao universo, e pode ser usada em diferentes escalas – caso dos mesocosmos e microcosmos. Embora a escala que define um microcosmo seja relativa, essa palavra tem sido amplamente usada na ecologia moderna para definir uma unidade de estudo pequena, mas capaz de fornecer resultados que podem ser aplicados, por extrapolação, a grandes ecossistemas.

Portanto, um microcosmo pode ser um buraco em uma pedra, cheio de água, no qual ocorrem processos e interações que podem sugerir o que ocorre em todo um lago ou oceano. Apesar da grande importância do uso dessas estruturas em pequena escala para o teste experimental de teorias ecológicas, microcosmos artificiais, geralmente 'montados' em laboratório, podem simplificar demasiadamente o que de fato ocorre na natureza, em especial devido à dificuldade de reproduzir neles a complexidade existente nos ecossistemas naturais.

Em contrapartida, microcosmos naturais são habitats naturalmente pequenos, ocupados por pequenos organismos – insetos, anelídeos, pequenos crustáceos, protozoários e bactérias. O ciclo de vida desses organismos é rápido, permitindo a ocorrência de várias gerações em pouco tempo. Exemplos de microcosmos naturais são pequenas poças que se formam em cavidades presentes em troncos de árvores, plantas que acumulam água em suas folhas e inflorescências (como bromélias-tanque) ou comunidades de microartrópodes em manchas de



musgos. É possível observar uma infinidade de interações nesses microcosmos naturais, tão complexas quanto as que ocorrem em ecossistemas maiores. Mas até que ponto as interações presentes nesses microcosmos podem ser extrapoladas?

**TRATÁVEIS E REAIS** O uso de microcosmos naturais como ecossistemas-modelo, para testar diversas teorias ecológicas, reúne três características fundamentais: (1) tratabilidade – ou seja, são sistemas de fácil manipulação e replicação; (2) generalidade – são ecossistemas regidos por princípios ecológicos elementares; e (3) realismo – são naturais e, assim, permitem a aplicação dos resultados encontrados em experimentos para outros sistemas.

Um dos debates mais importantes na experimentação em ecologia envolve o equilíbrio entre tratabilidade e realismo, condição que permite fazer experimentos de fácil replicação e que forneçam resultados reais. Comunidades de protozoários construídas em laboratório, por exemplo, têm sido criticadas por seu baixo poder de generalização, apesar da alta tratabilidade. Já os experimentos em ecossistemas reais de maior porte garantem a complexidade, mas dificilmente são replicados, por serem regidos por processos de longa duração e difícil manipulação. Assim, os microcosmos naturais surgem como ferramentas potenciais para sanar os problemas associados à experimentação em ecologia.

No Brasil, as bromélias-tanque têm sido o principal microcosmo natural utilizado como modelo para investigar importantes questões ecológicas. De diferentes espécies, as bromélias-tanque têm folhas organizadas em roseta, formando uma 'bacia' circular que armazena água das chuvas e matéria orgânica em decomposição. Esses pequenos tanques abrigam comunidades aquáticas compostas por micro-organismos, pequenos vertebrados e invertebrados. Além disso, parte de suas folhas (mais perto das pontas) permanece seca,

## É possível observar uma infinidade de interações nesses microcosmos naturais, tão complexas quanto as presentes em ecossistemas maiores

constituindo também um ambiente terrestre. As comunidades de organismos que vivem nessas bromélias fazem parte de um sistema aberto e dinâmico, com fluxo constante de matéria e energia, onde ocorrem redes de interações complexas entre os organismos terrestres e aquáticos.

**EFEITOS DO CLIMA** Em estudos recentes, essas bromélias são utilizadas para compreender, por exemplo, o funcionamento dos ecossistemas diante de diversos impactos, como a fragmentação de hábitat, a perda de espécies-chave e os efeitos associados a diversos fatores de estresse climático. Prevê-se para o Brasil, por exemplo, uma alteração significativa na distribuição das chuvas, com aumento na ocorrência de eventos extremos de precipitação durante o verão e invernos ainda mais secos até o fim deste século. Os modelos climáticos estimam ainda um aumento de cerca de 4°C na temperatura média da Terra no mesmo período.

Como as mudanças do clima afetariam os ecossistemas? Elas seriam capazes de interferir na interação entre as espécies e alterar o papel que estas têm na natureza? Embora essas perguntas sejam importantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação dos ecossistemas diante das mudanças climáticas, pode ser logisticamente inviável reproduzir condições climáticas futuras em grandes ecossistemas, como lagos, rios e florestas. Além disso, não há como reproduzir o experimento, passo necessário para averiguar a consistência dos resultados, o que torna praticamente intratável esse tipo de manipulação.

Manipular a chuva e a temperatura em uma bromélia, portanto, parece bem mais factível do que fazer isso em um lago ou reservatório. Por isso, as

bromélias-tanque têm sido usadas por ecólogos de diversos países como modelo para compreender os efeitos que as mudanças climáticas poderão trazer. A avaliação dos efeitos da perda dos 'predadores de topo' (os situados na extremidade da cadeia alimentar, sem outros predadores acima deles) sobre as espécies e processos de um ecossistema é outro tipo de estudo em que os microcosmos naturais podem ajudar cientistas e tomadores de decisão no estabelecimento de estratégias de conservação em um mundo em constante modificação.

A pesquisa com o uso de microcosmos não ocorre apenas na ecologia. Outras ciências, como a medicina, a física, a química e a sociologia, identificaram o valor potencial de modelos para a extrapolação de resultados em escalas maiores muito antes da ecologia. Atualmente, grande parte da experimentação em ciência depende de sistemas modelares e, em ecologia, microcosmos naturais têm grande importância. Certamente, o uso de microcosmos naturais tem limitações, como qualquer abordagem experimental. Os microcosmos, por exemplo, devido ao pequeno tamanho, são muito mais sensíveis a distúrbios que sistemas ecológicos maiores, e as extrapolações devem ser feitas com cuidado. Mesmo assim, microcosmos naturais são particularmente eficientes para testar grande parte das teorias propostas por meio de modelos matemáticos ou sistemas artificiais.

Portanto, por mais estranho que isso possa parecer, um buraco em uma pedra, uma bromélia-tanque ou uma mancha de musgo no quintal de uma casa podem revelar a realidade de muitos outros ecossistemas, ajudando pesquisadores e conservacionistas a zelarem pelo bem do nosso planeta. ■

# Importante legado da corte portuguesa

**1814. HÁ 200 ANOS, A REAL BIBLIOTECA ERA ABERTA AO PÚBLICO NO RIO DE JANEIRO.** Em 1808, a família real aportava no Brasil, transferindo o imenso aparato administrativo do império português para o Rio de Janeiro. O príncipe regente D. João, nos anos seguintes, manda transportar para o Brasil as bibliotecas da Ajuda e do Infantado, juntas batizadas Real Biblioteca ou Livraria. Em 1814, após longo trabalho de organização do acervo, mais de 60 mil volumes são postos à disposição dos leitores. Graças à sua primeira biblioteca pública, os habitantes da nova sede do reino seriam introduzidos oficialmente no vasto mundo das ciências, letras e artes. Se havia um caráter provisório nesse estabelecimento, bastou pouco tempo para que o processo se mostrasse irreversível – e a biblioteca se configurou como um dos principais legados da passagem da corte portuguesa pelo Brasil.

## LIA JORDÃO

Fundação Biblioteca Nacional (RJ)

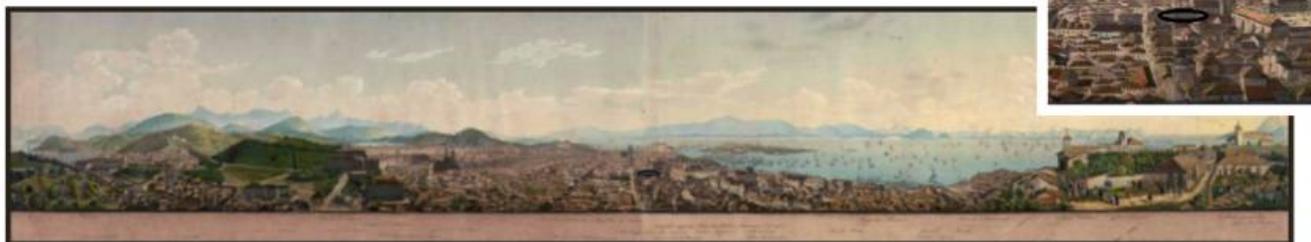
**NA ÉPOCA** em que a transferência da corte foi levada a cabo, o Brasil, mesmo com todas as proibições impostas pela metrópole portuguesa, já registrava, ainda que timidamente, a circulação de livros e impressos. Porém, é impossível negar ao estabelecimento da Real Biblioteca no Brasil o *status* de marco histórico. Afinal, como afirma a historiadora Lilia Schwarcz, pela primeira vez na Colônia “a ilustração aportava reforçada e em caixotes”.

O acervo da biblioteca chegou ao Rio de Janeiro em três remessas, entre 1808 e 1811, acondicionado em mais de 300 caixões que continham livros e documentos em diversos suportes. Em 1810, D. João dá ordens para acomodar a Real Biblioteca em duas salas no Hospital da Ordem Terceira do Convento do Carmo, na rua Direita (hoje, rua 1º de Março). Em pouco tempo o espaço se mostrou insuficiente e foi ampliado para as catacumbas do convento, cuja edificação chegava à rua atrás do Carmo (hoje, apenas rua do Carmo).

Para seu “arranjo e conservação”, foram designados Joaquim Dâmaso e Gregório José Viegas, religiosos que chegaram ao Brasil acompanhando a família real. À equipe juntou-se, em 1811, o ajudante de biblioteca Luís Joaquim dos Santos Marrocos. Responsável pela organização dos manuscritos da Coroa e pela organização de parte do acervo da biblioteca – razão pela qual transitava pelas altas esferas da corte joanina –, Marrocos deixou vasta coleção de cartas enviadas à sua família em Lisboa. Esse conjunto é um dos mais importantes relatos sobre o período joanino. É ele quem nos conta que, em janeiro de 1813, após a transferência dos enfermos



O príncipe regente D. João VI à época de sua transferência para o Brasil com a corte portuguesa



Panorama do Rio de Janeiro no século 19 pintado em Paris por G.F. Ronmy a partir de desenhos de Félix Emilio Taunay. No detalhe da pintura, a área da Real Biblioteca está circulado com um anel

do Hospital do Carmo para o Recolhimento do Parto, a biblioteca pôde ter o prédio exclusivamente para ela.

Obras foram feitas para adequar as dependências à nobre função. A partir daí, pôde-se abrir os 67 caixões restantes, terminar a higienização, catalogação e localização dos livros, mapas, manuscritos, estampas, moedas e medalhas. Em março de 1814, Marrocos registra os últimos momentos do seu fechamento: “As R. Bibliotecas se preparam com todo o asseio e magnificência, e até serve de gosto frequentá-las: isto que por uma parte me satisfaz, por outra me desconsola pelos motivos acima ponderados: a R. Família nos honra com frequentes e quase diárias visitas; e por ora está vedada ao Público, enquanto se cuida do seu arranjo”.

**PRIMEIRA E MAIS INSIGNE** Embora 1814 seja considerado o ano em que a Real Biblioteca passou a receber leitores sem necessidade de autorização prévia dada pelo príncipe, como acontecia nos anos anteriores, até hoje não se encontrou registro disso nos documentos oficiais produzidos pelos funcionários da biblioteca no período. Talvez a principal contribuição para o estabelecimento definitivo dessa data tenha vindo de Luís Gonçalves dos Santos, o ‘Padre Perereca’, autor das *Memórias para servir a história do reino do Brasil* (1825).

Segundo ele, nesse ano “O Príncipe Regente Nosso Senhor, querendo favorecer, e excitar o estudo das Letras Divinas, e Humanas entre os seus Vassallos do Brasil, franqueou esta sua Livraria a todos os literatos, e estudiosos. Pelo que, exceto nos Domingos, dias santos, e feriados por motivos de Anos das Pessoas Reais, ou por alguma causa pública, está a Real Biblioteca sempre aberta, e patente, tanto de manhã, como de tarde, a todas as pessoas, que a querem frequentar, e onde acham todos bom acolhimento e prontidão nas pessoas ali empregadas”.

A Real Biblioteca deixava de ser uma livraria ‘de gabinete’ e se tornava ‘pública’ – alcunha que só receberia oficialmente depois da Independência, quando passa a se chamar Biblioteca Imperial e Pública da Corte. Seu acervo continuava a crescer graças a doações de particulares, aquisições de bibliotecas e à prática da ‘propina’, precursora do instituto do depósito legal, ainda hoje vigente. De acordo com Luís Gonçalves dos Santos, era “a primei-

ra, e a mais insigne, que existe no Novo Mundo, não só pelo copioso número de livros de todas as ciências, e artes, impressos nas línguas antigas, e modernas, cujo número passa de 60 mil volumes, mas também pela preciosa coleção de estampas, mapas, manuscritos...”.

Padre Perereca, ainda, celebra a generosidade do monarca: “Certamente, se na Europa, (...) por onde as luzes se têm difundido com tanta profusão, onde há meios fáceis, de as adquirir, e onde superabundam os livros por preços módicos, tantos, e tão grandes louvores se têm prodigalizado aos Soberanos, e às pessoas opulentas, que formaram, e estabeleceram Bibliotecas em benefício dos seus Vassallos, ou Concidadãos, que encômios, que louvores, que graças não devemos nós render ao nosso Augusto Soberano, que em um País, em tudo novo, relativamente a Artes, e Ciências, no qual os livros são ainda escassos, e por um preço exorbitante, franqueia tão benignamente aos seus Vassallos a sua tão copiosa, e rica Biblioteca?”

Embora o estabelecimento da Real Biblioteca no Brasil seja comumente situado pelos contemporâneos, e ainda por historiadores, dentro de um processo civilizador maior, aos moldes europeus impulsionado pela transferência da corte, é preciso reconhecer as limitações do papel exercido pela biblioteca pública, naquele momento, para a disseminação das letras e das ciências, e na formação de leitores no Brasil. A maior parte da população era analfabeta e a leitura, privilégio de alguns. Os próprios membros da família real não eram propriamente leitores vorazes.

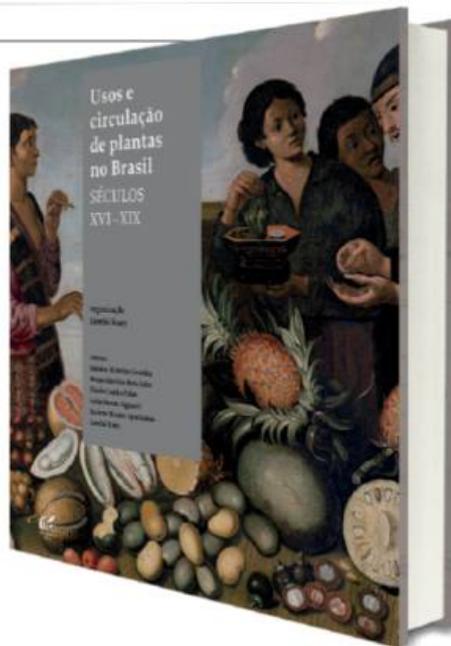
O campo da história do livro e da leitura no Brasil tem avançado significativamente nas últimas décadas. Para além da atividade editorial e da circulação de livros e impressos, os historiadores buscam compreender processos de recepção do livro. Quem de fato usufruiu da biblioteca nesse período? Quem eram os letrados e estudiosos esperados ali? Que livros foram efetivamente consultados? Como identificar a produção de significado a partir das leituras feitas? Quais as diferenças entre as práticas da leitura na biblioteca e aquelas feitas fora dela? Além disso, como o franqueamento da biblioteca particular da realza ao público se relaciona com a prática da censura prévia ainda imposta pelo mesmo Estado? No que se refere aos primeiros anos da Real Biblioteca no Brasil, muitas questões ainda merecem ser aprofundadas. **64**

# CONVITE À REFLEXÃO

## Usos e circulação de plantas no Brasil — séculos XVI-XIX

Lorelai Brilhante Kury (org.)

Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio, 324 p., R\$ 120



**O PRESENTE LIVRO** cobre uma vasta gama de campos e de tempos interconectados pelo tema comum das plantas no Brasil. Os vegetais – sejam indígenas, nativos ou aclimatados – compõem o fio condutor do conjunto das narrativas históricas, que os vão perscrutar nas boticas, nas cozinhas, nos jardins e no próprio território que viria a se tornar o Brasil.

O livro tem seis capítulos, além da introdução, escrita pela organizadora. No primeiro ('A América portuguesa e a circulação de plantas, séculos XVI-XVIII'), Heloísa Gesteira analisa o papel fundamental da flora brasileira no comércio e no próprio funcionamento do Império português, por sua íntima conexão com a circulação e o consumo dos humanos habitantes, permanentes ou transitórios, desses locais.

O segundo capítulo, de Bruno Leite, aborda a extrema riqueza das ações da Companhia de Jesus, "um elo entre todos os polos onde a Ordem havia se difundido na geografia do mundo". Leite aborda a relação entre as plantas e a relevante e lucrativa atividade das boticas, mantidas pelos inicianos na América portuguesa, que se constituíram em espaços de produção de saberes e, por que não, de inovação, na medida em que adaptaram receitas de alhures aos insumos locais.

Escrito por Flávio Edler, o capítulo seguinte complementa a leitura me-

dicinal no sentido praticamente oposto – qual seja, na direção da Europa, ao apresentar detalhadamente as 'Plantas nativas do Brasil nas farmácias portuguesas e europeias'. Já Leila Algranti nos transporta ao mundo das comidas, dos doces e bebidas em 'A arte de cozinha e as plantas do Brasil', conectando, de maneira singular e esclarecedora, o mundo restrito das cozinhas à dimensão imperial portuguesa, os cadernos de receitas privados às sociabilidades diversas.

Por sua vez, valendo-se do conceito atual de 'índio colonial', Juciene Apolinário descreve e discute detalhadamente os saberes indígenas sobre a natureza e sua apropriação pelos colonizadores, revelando "diferentes saberes em diálogo, harmonia ou conflito" (p. 186) em seu texto 'Plantas nativas, indígenas coloniais: usos e apropriações da flora da América portuguesa'. Fechando o volume, o capítulo de Lorelai Kury, organizadora da obra, interpreta a inserção da natureza e da flora do continente americano no contexto mais amplo do desenvolvimento da história natural, particularmente da botânica, com suas práticas específicas que implicavam viagens, coletas, herborizações, aclimações, jardins botânicos e registros escritos.

Destaque-se o uso intenso de sólida base documental por todos os autores, traduzindo a competência in-

dividual de todos e de cada um deles e confirmando que o crônico problema de nossa memória não se deve à carência de fontes.

Em seu conjunto, e pelos diálogos internos e externos que estabelece, essa obra merece destaque e enseja algumas reflexões. Em primeiro lugar, insere nos devidos contextos saberes que, quando muito, foram reverenciados pelo 'exotismo', pelo 'curioso' ou 'peculiar'.

Em segundo lugar, o faz pela perspectiva – ainda muito ausente – da história das ciências, mas não restrita à evolução de conceitos e menções a personalidades mais ou menos conhecidas, e sim articulada e articuladora de diferentes esferas do processo histórico, inclusive na longa duração dos tempos e na larga dimensão dos espaços. Nesse sentido, seu potencial interesse não se restringe aos especialistas, já que o livro permite apropriação por públicos mais amplos, assim como obras anteriores publicadas pela mesma parceria entre organizadora e casa editorial. E isso não é pouco, em um país que negligencia sua história, dilapida seus acervos e ignora, quase por completo, seu passado científico.

Além disso, cabe comentar aspectos materiais do livro. Capa dura, edição bem cuidada, traz imagens em profusão, de alta qualidade e grande diversidade, como mapas, gravuras botânicas e etnográficas, reproduções

de originais etc. Oportunas por si mesmas, são felizmente bem mais do que simples ilustrações, inclusive por conta das legendas comentadas que ultrapassam a simples referência e se conectam aos textos. As imagens presentes nessa obra são fontes para *insights* analíticos, documentação comprobatória das interpretações, base documental para a construção das narrativas, independentemente de algumas serem mais conhecidas e outras, praticamente inéditas, pois sua

articulação às análises é o que lhes confere sentido.

Por fim, destaca-se a versão em inglês de todos os textos, que compõe de forma condensada as 31 páginas finais, permitindo que nossa produção historiográfica recente e de qualidade torne-se conhecida de públicos mais am-

plos – que ela circule, enfim, como as plantas tropicais o fizeram.

**Silvia F. de M. Figueirôa**

*Instituto de Geociências,  
Universidade Estadual de Campinas*

## O fantasma de Da Vinci

**Toby Lester**

*São Paulo, Três Estrelas,  
287 p. R\$ 49,90*

Um dos desenhos mais famosos da história, o *Homem vitruviano*, feito por Leonardo da Vinci em 1490, é cuidadosamente dissecado nesta obra do jornalista e historiador norte-americano Toby Lester. O livro resgata a história da origem do desenho, inspirado nas ideias do arquiteto Vitruvius, do século 1 a.C., e, ao mesmo tempo, explicita o fascínio de Da Vinci pelas proporções e a sua incansável busca por uma medida universal do corpo humano e da ordem cósmica. Para Lester, o *Homem vitruviano* não é simplesmente um estudo anatômico, mas a perfeita representação visual da ideia renascentista de que o ser humano contém em si a chave para o entendimento da natureza.

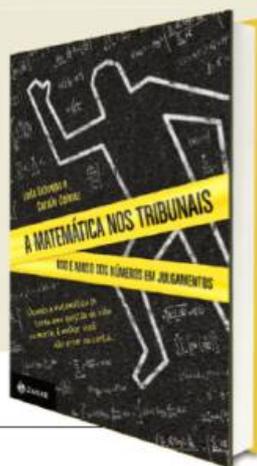


## A matemática nos tribunais: uso e abuso dos números em julgamentos

**Coralie Colmez e Leila Schneps**

*Rio de Janeiro, Zahar, 288 p.,  
R\$ 54,90 (e-book: R\$ 34,90)*

Muitos não se dão bem com números. Há quem os considere até irrelevantes dentro do universo das ciências humanas. Mas não é bem assim. Nesta obra, baseada em 10 julgamentos que são contados detalhadamente – e até com um tom de mistério –, as autoras mostram que números e equações podem ser aliados fundamentais na resolução de casos na Justiça. Existem, de fato, histórias reais em que cálculos matemáticos influenciaram diretamente o destino dos réus (ver 'Vítimas das probabilidades', em *CH* 315). Segundo as autoras, o futuro da Justiça criminal deve contar com elementos de análise matemática. Apesar de um histórico de erros judiciais provocados por contas malfeitas, a ciência dos números pode ser imprescindível para o desfecho de muitas contendas.



## Os arquivos Freud: uma investigação acerca da história da psicanálise

**Mikkel Borch-Jacobsen e Sonu Shamdasani**

*São Paulo, Unesp, 340 p., R\$ 52*

Por meio de um cuidadoso exame de textos e correspondências pouco conhecidas de Freud, os autores, historiadores da psiquiatria e saúde mental, colocam em dúvida o título de 'pai da psicanálise' concedido ao estudioso, bem como a integridade de suas teorias. Para eles, o fato de alguns textos freudianos terem sido mantidos sob sigilo até 2013 foi uma forma deliberada de seus seguidores manipularem a história da psicanálise e garantirem papel central a Freud. Analisando esses textos 'secrets', os autores não deixam de afirmar que o conteúdo dos escritos poderia derrubar toda a base de sustentação da teoria freudiana. A obra polêmica busca reacender críticas já feitas e suscitar novas, fugindo das discussões morais para promover um inquérito a respeito do rigor científico da psicanálise.



## ESPIONAGEM

Gostaria de fazer uma crítica construtiva sobre o artigo que trata de espionagem (CH 309). Apesar de ser uma opinião do autor, vejo com preocupação esse tipo de opinião em uma revista conceituada e com excelentes artigos de pesquisas científicas, que não pode dar espaço a esse tipo de opinião. Quando a revista precisar comunicar alguma informação sobre o tema espionagem, tem que ser de forma científica, histórica e técnica. A opinião descrita nessa matéria tem total viés ideológico, partidário, tendencioso e alinhado com o PT e os partidos que o suportam, esse é o retrato atual dos corpos docente e discente das universidades públicas brasileiras, com honrosas exceções. (...) Onde o autor aponta (...) o processo de privatização das telecomunicações como causa das vulnerabilidades em relação à segurança da informação no país (...), esqueceu de escrever que o órgão principal para liderar e proteger o país de espionagem, vigilância e inteligência é a Agência Brasileira de Inteligência (Abin). Esse órgão deveria receber investimentos 'pesados' para desenvolver pesquisas nas áreas de segurança física e lógica, como fazem os países desenvolvidos. Mas, infelizmente, a Abin foi desmantelada, sucateada e desmoralizada nesses últimos 12 anos (...).

Edivaldo Araujo  
Por correio eletrônico

Um das normas da CH é tentar abarcar a pluralidade do pensamento científico brasileiro, em especial na seção 'Opinião'. As afirmações dos autores não representam necessariamente a opinião da revista. Sobre esse assunto, foi também publicada uma entrevista com o cientista político Marco Aurélio Cepik na CH 308.

## ELOGIO

Há anos sou assinante da revista e parabéns a todos pelo incrível trabalho!

William Benedito  
Por correio eletrônico

## SINTONIA FINA

Não é novidade para ninguém que o discurso jornalístico – como qualquer outro – não é neutro, está imbuído de valores e visões de mundo geralmente compatíveis com a linha editorial e com o tipo de público

leitor do veículo. Isso é normal, assim como é normal, infelizmente, que isso não seja tão claramente assumido ou lembrado em geral. No entanto, a coluna 'Sintonia fina', da seção 'Mundo de ciência' (CH 316) exagerou: com texto tendencioso, induz a uma polarização de opiniões sobre um tema tão caro à democracia contemporânea – e no qual a divulgação científica desempenha papel importantíssimo –, que é a participação popular no campo científico. Com o irresponsável título 'O público deveria pautar a ciência?', o emprego do verbo 'pautar' é extremamente sugestivo, pois é óbvio que, democraticamente, ninguém 'pauta' ou 'determina' nada; a democracia deve contemplar diálogos e deliberações em um jogo de disputa de visões a envolver uma pluralidade de interessados, e não apenas uma classe ou poucas classes, como em uma oligarquia. O desenvolvimento científico produz impactos profundamente relevantes na sociedade e não deve ser pensado apenas por pesquisadores, especialistas e técnicos. A população, ainda que considerada público não especializado, deve sim ter espaços – como conselhos, comitês etc. – para participar de decisões de ciência e tecnologia que incidam sobre as dimensões políticas, culturais, econômicas, culturais e sociais da vida. Não é nada razoável que agentes do campo científico esperem postura democrática da classe política enquanto o perfil desses mesmos agentes for tão elitista, com base na crença ideológica de que só eles são capazes de ditar os rumos da ciência, ou pior, de que a ciência caminha com as 'próprias pernas', em uma pretensa neutralidade político-ideológica. Até porque, como se sabe, cada vez mais é o capitalismo que 'pauta' ou 'determina' a ciência.

Achei o texto da coluna um desserviço ao esclarecimento, apesar de entender que 'jogou para a plateia', isto é, foi dirigido a seu público leitor, composto de muitos cientistas insensíveis à necessidade democrática de abertura do campo de CT&I à participação do público, que é a maioria interessada, ou seja, quem recebe – e muitas vezes sofre (vide bomba atômica etc.) – as repercussões desse campo científico. Lamentável a pobreza da abordagem.

Larissa Ormay  
Rio de Janeiro, RJ

O autor da seção, Cássio L. Vieira, responde: "Agradeço a leitura. Críticas são sempre bem-vindas. Só relatei a polêmica".

## BASES DO DNA

Na coluna 'O leitor pergunta', da CH 317, Ida V. Doederlein Schwartz afirma, sobre as bases nitrogenadas do DNA, que adenina se liga com guanina e citosina com timina. Gostaria de saber se houve mudanças nas ligações das bases nitrogenadas, pois até onde sabemos as ligações ocorrem entre adenina e timina e entre citosina e guanina.

William Soares Medeiros  
Por correio eletrônico

O leitor está correto. O erro, no entanto, ocorreu na edição do texto, na revista, e não no original da autora.

Envie para nós 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](mailto:cienciahoje@cienciahoje.org.br)



## CORREÇÃO

- Na nota 'Ciência pelo tato' (CH 314, p. 50), a legenda da figura está incorreta. A legenda correta é: 'Os modelos reproduzem todas as estruturas internas das células em tamanho proporcional'.
- Na nota 'Mais eficiência na determinação de pH' (CH 317, p. 48), foi trocado o nome do entrevistado. Em vez de Rodnei Fagundes Dias, quem deu as declarações à CH foi Valnei Smarcaro da Cunha, engenheiro-químico e chefe da Divisão de Metrologia Química do Inmetro.



FOTO: LUCIANA RODRIGUES

**DESAFIO**

Suponha que temos moedas de 1, 10, 25 e 50 centavos – note que excluímos a de 5 centavos. Qual a melhor maneira de trocar 30 centavos? O que o algoritmo guloso fornece nesse caso?

O título, no momento, pode dizer apenas que algo – os tais algoritmos – aparentemente gostam de comer. Algoritmos? Mas comer o quê?

Um algoritmo é uma sequência de passos bem definidos, um procedimento, para resolver um problema. Exemplo familiar: o algoritmo da soma de dois números, que aprendemos na escola. Colocamos um número em cima do outro e somamos unidades com unidades, dezenas com dezenas e assim por diante, sempre tomando cuidado com o famoso “vai um”.

Agora, o tal ‘guloso’. Um algoritmo guloso é um procedimento no qual, em cada passo, procuramos a ‘melhor’ opção, sem nos preocuparmos com o resultado final. Exemplo: trocar dinheiro – digamos, um real em moedas menores, de 1, 5, 10, 25 e 50 centavos. Para a matemática desta coluna, resuscitamos a extinta moedinha de 1 centavo.

Pergunta: dado um valor qualquer entre zero e 1 real, qual a melhor maneira – no caso, ‘melhor’ significa menor número – de trocar aquele valor? Esse é o chamado ‘problema do troco’, e o método tradicionalmente usado para resolvê-lo é um algoritmo guloso. Digamos que o valor escolhido seja 71 centavos.

O algoritmo guloso nos ensina: escolha sempre a moeda de maior valor possível – daí, o termo ‘guloso’, por sempre tomar o valor mais alto. Então, inicialmente, pegamos a moeda de 50. Faltam 21. Aí, pegamos a de 10. Faltam 11. Pegamos 10 novamente. E, finalmente, pegamos a de 1.

Total: quatro moedas (50 + 10 + 10 + 1).

Desafio: usando o algoritmo guloso, quais seriam os valores, entre 1 centavo e 99 centavos, para os quais você, ao fazer um troco, se livraria do maior número de moedas? – isso é muito útil entre trocadores de ônibus, que, em geral, querem chegar ao ponto final com o menor número possível de moedas.

Podemos começar a partir da moeda mais alta e passar para as menores, sempre tomando o cuidado de não pegar uma combinação que pode ser tornada mais eficiente – por exemplo, duas moedas de 10 e uma de 5, que podem ser substituídas por uma de 25.

Procedendo dessa forma, o algoritmo guloso nos dá:  $50 + 25 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1 + 1 = 99$  centavos, usando oito moedas.

O(a) leitor(a) atento(a) perceberá algo no raciocínio anterior: poderíamos substituir a segunda moeda de 10 da sequência acima por uma de 5, o que nos daria  $50 + 25 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 + 1 = 94$  centavos, utilizando também oito moedas.

Essas são as quantias que requerem mais moedas para se fazer o troco: 94 e 99 centavos.

Talvez, seja por isso que muita gente, ao ter que dar um troco de R\$ 1,99, por exemplo, acabe preferindo arredondar. “Toma R\$ 2!”. 



**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Fazendo figuras parecidas com as que desenhamos na coluna passada, vemos que o quadrado da soma de vários números será a soma dos quadrados desses números, mais o dobro do produto de todos os pares de números. Por exemplo, para três números, temos  $(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$ .

**MARCO MORICONI**

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

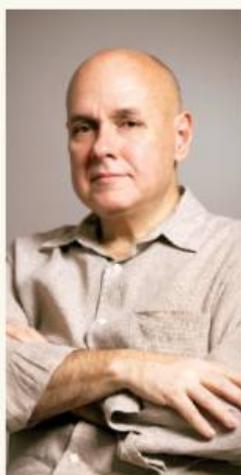


FOTO: CICERO RODRIGUES

*A potência de intervenção [humana] sustenta a produtividade de nossos atos de imaginação e de invenção, mas associa-se também às diversas possibilidades de infringir danos e promover atos brutais*

## FONTES PASSIONAIS DA VIOLÊNCIA

O título da coluna replica o do ciclo de conferências, organizado pelo filósofo e jornalista Adauto Novaes a partir do mês de agosto, na Biblioteca Nacional, com trânsito em outras cidades brasileiras (São Paulo, Brasília e Ouro Preto). Trata-se de mais uma iniciativa de um projeto já com quase uma década, desenvolvido em torno da imagem das mutações – tanto de objetos que se apresentam a pesquisadores de todos os campos científicos quanto das perspectivas de interpretação do mundo.

O tema que reúne a série de conferências deste ano é o da violência. Não se pode dizer que a escolha temática seja uma novidade ou mesmo uma surpresa. O tema impõe-se a qualquer observador da cena social, na maioria absoluta dos países do planeta. No entanto, tal efeito de familiaridade não elimina o fato de que a violência permanece como um ‘grande enigma’, para lembrar uma expressão usada por Sigmund Freud (1856-1939) quando se ocupou do tema do luto.

Tal enigma procede de um contraste entre (i) a visibilidade da proliferação de fenômenos aos quais associamos a ideia de violência e (ii) o caráter impreciso das causas que atribuímos aos mesmos. Com frequência são causas sociológicas de ordem geral que incidem sobre amplos conjuntos humanos. A desigualdade social é um dos fatores mais mencionados. Sua incidência, no entanto, abrange por vezes grandes contingentes, que incluem ao mesmo tempo indivíduos vinculados ou não a circuitos violentos.

A ênfase no tema das fontes ‘passionais’ desloca a observação na direção de uma perspectiva mais internalista: a de considerar aspectos que possam ser inerentes aos humanos e que se manifestam em episódios de violência e crueldade.

Tal ênfase repõe em nosso horizonte reflexivo temas caros à filosofia política do século 17, sobretudo a desenvolvida pelo filósofo inglês Thomas Hobbes (1588-1679). Com o surgimento e o desenvolvimento das ciências

sociais, a partir dos fins do século 19 e inícios do século 20, cristalizou-se a crença de que o comportamento humano é definido pela experiência da socialização. Perdeu-se com isso a atenção a possíveis elementos inerentes à condição humana, objeto por excelência de vários pensadores dos séculos 17 e 18.

O tema das paixões (na linguagem do século 17) ou das pulsões (na notação freudiana) deve ser considerado, ao par da necessária investigação a respeito dos fatores externos que se apresentam nas explosões de violência. O tema deriva da percepção dos humanos como animais que excedem a si mesmos e que projetam para fora de si inúmeras formas e possibilidades de intervenção no mundo. Tal potência de intervenção sustenta a produtividade de nossos atos de imaginação e de invenção, mas associa-se também às diversas possibilidades de infringir danos e promover atos brutais, erradamente grafados como ‘bestiais’.

O que a filosofia política do século 17 trouxe de novidade foi a defesa da necessidade de criação de ‘animais artificiais’ – isto é, formas políticas e legais – que sirvam de contraponto aos riscos inerentes à existência dos ‘animais naturais’: nós mesmos, os humanos. Do ponto de vista histórico, tal esforço tomou a forma de um ‘processo civilizador’, brilhantemente estudado pelo sociólogo alemão Norbert Elias (1897-1990). Tal processo consistiu na invenção e implantação de diversas formas de mediação no comportamento humano, no sentido de torná-lo regrado e capaz de exercer autocontrole.

A filosofia política de Hobbes e a sociologia histórica de Elias definem, respectivamente, os fundamentos e a sociogênese da forma civilizatória na qual existimos como sujeitos sociais.

Resta saber o tempo de vida que sobra a tal forma, posto que assolada internamente por sinais de exaustão e, externamente, pela crescente aversão política e cultural a formas de mediação. 

### RENATO LESSA

Fundação Biblioteca Nacional e Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa  
renato.lessa@bn.br

Arifano Cambarini / WWF-Brasil

# O WWF-BRASIL ATUA NA PROTEÇÃO DA NATUREZA. E VOCÊ PODE AJUDAR!

O WWF-Brasil atua em projetos de conservação dos recursos naturais, para combater a extinção de espécies ameaçadas, redução do impacto ambiental e crescimento sustentável.



Apoie!  
Ligue 0300 789 5652 ou acesse o site  
[wwf.org.br/doe](http://wwf.org.br/doe)



## Quando sua empresa diz não ao trabalho infantil, muita gente pode dizer sim para sua marca.

Invista nas crianças e adolescentes do Brasil e tenha o selo de reconhecimento da Fundação Abrinq.

**Seja uma Empresa Amiga da Criança.**

Saiba mais pelo site  
[www.fundabrinq.org.br/peac](http://www.fundabrinq.org.br/peac)  
ou pelo telefone 11 3848 4870

Uma iniciativa:



**Save the Children**

