

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

| NÚMERO 323 | VOLUME 54 | MARÇO 2015 | R\$ 10,95



## EM NOME DO DESENVOLVIMENTO

Seringueiras e soja mudam modos de vida em cidade da Amazônia

## A LUZ MANIPULADA

Tecnologias quânticas prometem de códigos invioláveis a computadores ultravelozes

## MÚSICA NA CABEÇA

Mauro Muszkat fala sobre o poder do ritmo e da melodia na reabilitação cerebral

# Enormes e complexos

Vírus gigantes revolucionam área da biologia



Eu queria ir no museu,  
eu nunca fui...

Júlia - Escola Estadual Oswaldo Aranha / SP

**Que tal realizar o sonho  
de uma criança hoje?**

Acesse: [greenpeace.org.br/escolasolar](http://greenpeace.org.br/escolasolar)

**GREENPEACE**

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

**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)  
**Diretores Adjuntos** | Caio Levenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ);  
**Superintendente Executiva** | Bianca Encarnação  
**Superintendente de Projetos Educacionais** | Ricardo Madeira

**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; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Estagiários** | Everton Lopes Batista e Valentina Leite; **Colaboraram neste número** | Henrique Kugler e Lucas Lucariny.

**ARTE** | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.

**Diretora de Arte** | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar (ampersand@ampersanddesign.com.br)

**SUCURSAIS**

**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

**PUBLICIDADE** | Sandra Soares (gerente) | Rua Dr. Fabrício Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br).

**Circulação e assinatura** | Gerente | Fernanda L. Fabres. Telefax: (21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

**REPRESENTANTES COMERCIAIS**

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

**EXPEDIÇÃO** | Fernanda Fabres**IMPRESSÃO** | EDIGRAFICA

**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:**

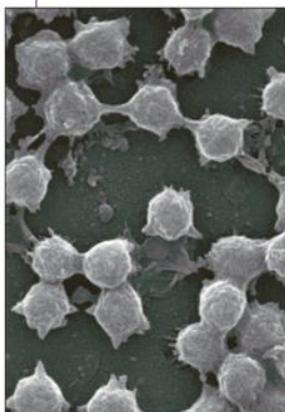
# GIGANTES MICROSCÓPICOS

Eles são pequeníssimos, imperceptíveis a nossos olhos e estão entre os mais simples micróbios do planeta. Desfilam pela Terra com seu manto proteico e 'esqueleto' de ácido nucleico, parasitando todo tipo de vida. Nada inofensivos, os vírus medem em torno de 1 nanômetro (1 milionésimo do milímetro), chegando a ser 100 vezes menores que o tamanho médio das bactérias. Descobertas recentes, no entanto, estão mudando nossa concepção sobre eles.

Nos últimos 10 anos, foram identificados, em várias regiões do globo, diferentes tipos desses agentes infecciosos e – surpresa! – eles não são tão diminutos assim. Alguns dos chamados vírus gigantes são maiores do que muitas bactérias, e seu material genético é mais extenso e complexo do que se imaginava.

Essas descobertas impõem a necessidade de rever muitos conceitos bem estabelecidos no campo da virologia. E o Brasil já participa dessa revolução: em 2014, foi descrito o Samba vírus, o maior já encontrado no país. Vale a pena ler o artigo de capa sobre o assunto.

Aproveite, ainda nesta edição, para conhecer a seção 'Crítica', que acabamos de inaugurar, com o objetivo de convidar pesquisadores para comentar filmes sobre ciência e ficção científica da atualidade.



**CAPA:** IMAGEM DE MICROSCOPIA DE VARREDURA DE MIMIVIRUS. FOTO LABORATÓRIO DE VÍRUS DA UFMG

*A redação*

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 TELEFAX.: **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>  | O inseticida endossulfan é proibido na Europa e nos Estados Unidos há tempos. E foi recentemente banido na China. Se isso é verdade, por que esse agrotóxico ainda é usado no Brasil?   Por que mergulhadores não podem andar de avião logo após os mergulhos?   No símbolo da coroa inglesa existe a imagem de um leão. Existiram mesmo leões na Europa? |
| <b>ENTREVISTA</b>        | <b>6</b>  | <b>MAURO MUSZKAT</b>   TRANSFORMAÇÃO PELA MÚSICA   Neurologista estuda como o cérebro processa ritmo, melodia e harmonia                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>EXATAMENTE</b>        | <b>9</b>  | O FÁCIL GIRAR DA FORMA ESFÉRICA   Problema do pião atraiu grandes nomes da física e da matemática                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>MUNDO DE CIÊNCIA</b>  | <b>10</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>A PROPÓSITO</b>       | <b>15</b> | ENCONTRO NO LEVANTE   Crânio achado em Israel leva a hipótese de convivência de ancestrais humanos                                                                                                                                                                                                                                                        |

**ÓPTICA QUÂNTICA E A LUZ DO SÉCULO 20**

**16** Longo percurso que culminou no desenvolvimento do *laser* incluiu avanços cruciais da física teórica e experimental  
 Por Luiz Davidovich

**OS 'DE DENTRO' E OS 'DE FORA'**

**22** Em épocas distintas, seringueiras e soja modificaram os modos de vida da população de uma pequena cidade da Amazônia  
 Por José Carlos M. Pereira

**TABELA PERIÓDICA: HISTÓRIA DA ORGANIZAÇÃO E DESCOBERTA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS**

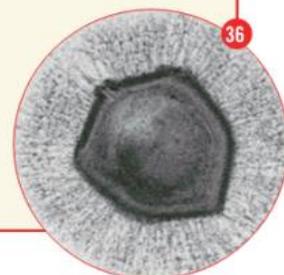
**28** Mais de dois séculos de esforços para descobrir, compreender e ordenar os elementos químicos geraram a tabela periódica  
 Por Júlio C. Afonso

**LIMIARES DE EXTINÇÃO**

**32** Determinar o ponto em que o desmatamento leva a perdas abruptas de certas árvores é essencial para preservar a mata atlântica  
 Por Dary M. Gonçalves Rigueira e Eduardo Mariano-Neto

**GIGANTES INVISÍVEIS**

**36** Descobertas recentes surpreenderam os cientistas e levaram a mudanças importantes no conhecimento sobre os vírus  
 Por Fernando B. F. Fonseca de Fraga



|                        |           |                                                                                                                      |
|------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LINHA DO TEMPO</b>  | <b>41</b> | EXÍLIO E EMIGRAÇÃO   Em tempos antigos, não havia diferença entre esses dois termos                                  |
| <b>EM DIA</b>          | <b>42</b> | SOBRE AGROTÓXICOS E SAÚDE MENTAL   Venenos agrícolas são associados a transtornos mentais                            |
|                        | <b>45</b> | APROVEITAMENTO TOTAL   Resíduos de frutas, ricos em fibras e nutrientes, podem ser usados para gerar novos produtos  |
|                        | <b>46</b> | ADMIRÁVEIS URNAS NOVAS   Encontradas no Amazonas urnas funerárias indígenas com formas humanas                       |
|                        | <b>47</b> | PLC À BRASILEIRA   Tecnologia que permite acesso à internet por meio da rede elétrica é desenvolvida no país         |
| <b>CIDADE INTEIRA</b>  | <b>51</b> | CIDADE MARAVILHOSA   Em seus 450 anos, Rio de Janeiro celebra sua ligação com a orla                                 |
| <b>CRÍTICA</b>         | <b>52</b> | ALAN TURING NOS CINEMAS   Filme ajuda a resgatar do anonimato um importante cientista                                |
| <b>OPINIÃO</b>         | <b>54</b> | AINDA LONGE DA CURA DA AIDS   Análise aborda suposta cura e aumento da transmissão no Brasil                         |
| <b>ENSAIO</b>          | <b>56</b> | BURACOS NEGROS: NA TEORIA E NA PRÁTICA   Resultados de artigo controverso merecem avaliação                          |
| <b>MEMÓRIA</b>         | <b>58</b> | ENTROPIA: A MEDIDA DA DESORDEM DO UNIVERSO   Conceito relevante na física surgiu há 150 anos                         |
| <b>RESENHA</b>         | <b>60</b> | DO BERÇO AO TUBO DE ENSAIO   Resenha do livro <i>Criação: a origem da vida/o futuro da vida</i> , de Adam Rutherford |
| <b>CARTAS</b>          | <b>62</b> |                                                                                                                      |
| <b>QUAL O PROBLEMA</b> | <b>63</b> | QUENTE... FRIO... PERFEITO!   Obter a temperatura ideal no chuveiro é assunto de matemáticos                         |
| <b>SOBRE HUMANOS</b>   | <b>64</b> | A REFORMA DA POLÍTICA   A tão desejada mudança deverá definir a quem cabe mais poder                                 |

NOTÍCIAS

GALERIA

ENTREVISTA

VÍDEO

FOTO: WIKIMEDIA COMMONS/UNITED STATES HOLOCAUST MEMORIAL MUSEUM

**NEUROCIÊNCIA > A memória do medo**

Cientistas brasileiros descobrem mecanismo que, no futuro, poderá ajudar pessoas que desejam superar memórias traumáticas. Testes feitos em ratos já se mostram bem-sucedidos.

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

FOTO: THIERRY CARO/WIKIMEDIA COMMONS - CC BY-SA 4.0



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

**LINGÜÍSTICA > Sempre as línguas!**

Ao comentar aspectos de artigo publicado na *Folha de S. Paulo* sobre o recente atentado na França, Sírio Possenti questiona em sua coluna a ideologia do articulista e a interpretação equivocada de um dado linguístico.

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

**ASTRONOMIA > Novos vizinhos espaciais** Em registro importante de sua nova missão após a quebra de 2013, telescópio espacial Kepler detecta planeta semelhante à Terra em sistema estelar a apenas 150 anos-luz daqui, possível de ser estudado com nossos equipamentos atuais.



FOTO: DAVID A. AQUARONE

FOTO: CRISTÓFORO TORRES - SEEDUC-PI



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

**EDUCAÇÃO > Protagonistas na escola e na vida**

Currículo para o ensino médio desenvolvido em parceria com o estado do Rio de Janeiro aposta na participação ativa dos estudantes e na interdisciplinaridade. A proposta, aplicada em escola carioca, tem gerado bons resultados.

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

**CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO > Pedófilos na mira**

Novo programa de computador pode auxiliar investigações e identificar produtores de pornografia infantil. O método é capaz de detectar a origem de fotografias com 95% de eficácia e já está pronto para ser usado contra os pedófilos da internet.



FOTO: ADRIANA DE WIKIMEDIA COMMONS-SHOEHOLO CC BY-SA

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

Acompanhe a *CH On-line* também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

JAIME DA COSTA, POR CORREIO ELETRÔNICO

O inseticida endosulfan é proibido na Europa e nos Estados Unidos há tempos. E foi recentemente banido na China. Se isso é verdade, por que esse agrotóxico ainda é usado no Brasil?

**OS AGROTÓXICOS MAIS UTILIZADOS** são os herbicidas, os inseticidas e os fungicidas. É dentre os inseticidas que está o endosulfan – muito utilizado nas culturas de soja, milho, algodão e pastagem. Depois de anos de debates e discussões nos ministérios da Saúde e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e nas organizações das indústrias químicas, ele foi finalmente proibido no Brasil em 31 de julho de 2013.

Essa proibição havia sido anunciada três anos antes, na Resolução RDC nº 28, de 9 de agosto de 2010, da Anvisa, publicada no *Diário Oficial da União* do dia 16 de agosto de 2010. Em 2010, foram utilizados 21 milhões de litros de endosulfan nas lavouras brasileiras. A Agência estipulou que, em 2011, deveria haver uma redução de uso para 14 milhões de litros e, em 2012, para 8 milhões, e todo o restante do estoque deveria ser utilizado até o dia 31 de julho de 2013, data a partir da qual o inseticida ficou proibido no país.

O endosulfan é um agrotóxico da classe dos organoclorados. Ele persiste por vários anos no solo e nas gorduras de animais – é extremamente tóxico. Em sua Resolução, a Anvisa aponta que esse ingrediente ativo “apresenta características genotóxicas, neurotóxicas, imunotóxicas e provoca toxicidade endócrina ou hormonal e toxicidade reprodutiva e sobre o desenvolvimento embrionário”. A questão é: por que se demorou tanto para se proibir esse agrotóxico, sabendo de todos os seus malefícios à saúde humana, aos outros animais e ao ambiente?

Os agrotóxicos organoclorados foram proibidos na maioria dos países de Primeiro Mundo em 1984. E, na China, foram banidos há cinco anos. No Brasil, em 1984, um decreto proibiu o uso de organoclorados – com exceção do endosulfan, para uso como inseticida na lavoura; e do DDT e derivados, para controle de vetores de doenças como malária e Chagas. Em 1998, porém, outra resolução da Anvisa proibiu o uso do DDT. E permaneceu autorizado o endosulfan. Seria porque ele é eficiente e barato? Em contrapartida, quanto custam os problemas de saúde pública decorrentes do uso desse agrotóxico? Serão apenas os fazendeiros que pagarão as contas do Sistema Único de Saúde? Será que somos nós, trabalhadores, que pressionamos o governo, ou o agronegócio e as indústrias químicas? Qual será o tóxico que substituirá o endosulfan e que continuará provocando contaminações e doenças?

Nosso país é apenas um dos maiores produtores de alimentos; mas é o maior consumidor mundial de agrotóxicos. Na safra 2012/2013, foram utilizados 1,05 bilhão de litros desses produtos em nossas lavouras. Entre os impactos da cadeia produtiva do agronegócio, os de maior relevância são a contaminação do solo, das águas, dos alimentos, do leite materno, intoxicações agudas e crônicas, como cânceres, malformações, distúrbios endócrinos, neurológicos e imunológicos. Tais produtos contaminam o ambiente; os trabalhadores rurais; as populações do entorno das plantações; e os próprios consumidores dos alimentos.

*Wanderlei Pignati*

DEPARTAMENTO DE SAÚDE COLETIVA,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO



IAN MIRANDA, POR CORREIO ELETRÔNICO

## Por que mergulhadores não podem andar de avião logo após os mergulhos?

QUANDO UM MERGULHADOR SUBMERGE, a pressão dos gases fornecidos pelo cilindro aumenta – para compensar a pressão externa, exercida pela água sobre o tórax e que poderia esmagá-lo. Quanto mais profundo o mergulho, claro, maior a pressão. E, com esse aumento da pressão dentro do pulmão, mais moléculas de gases penetram no sangue, e, conseqüentemente, em outros locais do organismo.

Quando o mergulhador vai retornando à superfície, ele deve seguir regras específicas e fazer algumas paradas. Isso é necessário para permitir que os gases até então dissolvidos no organismo retornem ao sangue e, em seguida, para os pulmões, agora com pressão mais baixa, por onde são eliminados. Caso o mergulhador não obedeça a esse procedimento, o gás dissolvido criará bolhas – e problemas! Esse fenômeno é visto rotineiramente, quando se abre um refrigerante: o gás dissolvido no líquido, sem a pressão que o diluía, cria as bolhas que observamos.

Em aviões a jato, a altitude de cruzeiro – cerca de 10 mil metros – a pressão é inferior à pressão que experimentamos ao nível do mar (1 atmosfera). A pressurização simula, dentro do avião, uma pressão próxima àquela encontrada a 3 mil metros de altitude. Estamos, portanto, diante de um processo inverso ao do mergulho. Assim, se o mergulhador não eliminou todos os gases introduzidos em seu organismo pela alta pressão intrapulmonar do mergulho e sobe a grandes altitudes, pode ocorrer em seu organismo o que se vê na abertura de um refrigerante.

Uma das conseqüências desse cenário é o que mergulhadores chamam de doença descompressiva. Quando a eliminação do nitrogênio acumulado no sangue e nos tecidos é muito abrupta, esse gás formará bolhas no organismo e elas poderão causar vários problemas – comprimir nervos, obstruir artérias e vasos linfáticos, provocar dores, desencadear reações químicas que podem ser danosas ao sangue... A doença descompressiva é bastante rara entre os mergulhadores. Recomenda-se que, após o término dos mergulhos, espere-se pelo menos 24 horas antes de embarcar em um voo.

Walter Araujo Zin

INSTITUTO DE BIOFÍSICA CARLOS CHAGAS FILHO,  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

LUCIANA SANTOS, SÃO PAULO/SP

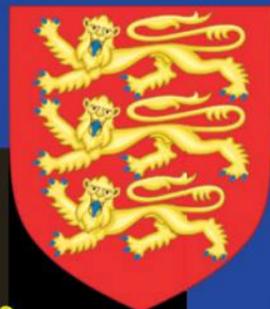
## No símbolo da coroa inglesa existe a imagem de um leão. Existiram mesmo leões na Europa?

OS TRÊS LEÕES COMO SÍMBOLO da coroa inglesa datam dos tempos de Ricardo I, conhecido como Ricardo Coração de Leão, que governou a Inglaterra entre 1189 e 1199. Ele era conhecido como 'coração de leão' devido à sua reputação como líder e guerreiro.

De fato, uma subespécie de leão ocorreu na Europa (*Panthera leo spelea*). Era considerado um dos maiores leões: ele tinha cerca de 1,2 m de altura. Entretanto, esses leões foram extintos 12.500 anos atrás. Leões, na verdade, ocorreram em quase todo o mundo. Inclusive em quase toda a Ásia – e também na América do Norte (*Panthera leo atrox*). Os leões que eram usados no Coliseu romano, por exemplo, eram trazidos provavelmente da África. Certamente Ricardo I nunca viu um leão, mas seu símbolo de coragem e liderança ficou na memória dos governantes.

Mauro Galetti

INSTITUTO DE BIOCÍCIAS,  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
PAULISTA (CAMPUS RIO CLARO)



MAURO MUSZKAT

# TRANSFORMAÇÃO PELA MÚSICA

Não parece existir civilização ou sociedade humana que não tenha manifestações musicais próprias. A música está presente em diversas atividades coletivas: de rituais religiosos e celebrações a festas e funerais. Mas por que essa combinação de sons e ritmos nos arrebatam e emocionam ao ponto de invocar manifestações primitivas e respondermos fisicamente a ela? Como nosso cérebro processa a música? Ela é capaz de mudar a estrutura e as funções cerebrais?

Para entender melhor a relação entre música e neurociência, a *CH* ouviu o neurologista Mauro Muszkat, do Departamento de Psicobiologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Também graduado em regência e composição musical, Muszkat estuda como o ritmo, a melodia e a harmonia são processados no cérebro e podem auxiliar na terapia de transtornos de neurodesenvolvimento. Nesta entrevista, ele fala sobre suas pesquisas, plasticidade cerebral e o potencial da música na reabilitação.

ALICIA IVANISSEVICH CIÊNCIA HOJE | RJ



FOTO: ANDRÉ LOPES

**De que forma as novas técnicas de neuroimagem desenvolvidas nas últimas décadas nos ajudam a entender como a música é processada no cérebro?** Com o grau de definição das novas tecnologias, é possível visualizar onde e de que maneira se dá a ativação sequencial de várias áreas no cérebro durante o processamento da música, seja rítmico, melódico ou harmônico. As técnicas de neuroimagem permitem traçar quase uma cartografia das áreas ativadas e até da ordem temporal dessa ativação, dando uma ideia se essas áreas têm a ver com processos amplos da cognição, como a linguagem ou o processo motor e o armazenamento da memória. Então, consegue-se visualizar em ação o grau de ativação de várias áreas cerebrais durante o processamento musical.

**E quais seriam as áreas ativadas durante o processamento musical?** Hoje se sabe que a música ativa amplas regiões cerebrais, áreas complementares – e algumas até comuns – às áreas relacionadas com a linguagem (fala, leitura e escrita) e com a emoção. Envolve desde áreas mais internas do cérebro emocional, como a amígdala, responsável pelas emoções mais primárias, e áreas mais estratégicas, como o córtex pré-frontal, responsável pelo planejamento e pela organização da informação que já foi armazenada. Nesse sentido, a música facilita a conectividade de áreas cerebrais envolvidas com processos motores, emocionais e de linguagem. Por isso, ela tem esse grande potencial para a reabilitação, quando há

comprometimento do desenvolvimento devido a transtornos neuropsiquiátricos, ou mesmo em casos com problemas motores.

**O desenvolvimento das habilidades musicais, então, poderia ajudar no aprendizado de outras habilidades, como línguas?** Exatamente. Na Unifesp, já orientei alguns trabalhos em torno do processamento cerebral da música. O último foi sobre processamento temporal, utilizando a música em crianças que têm déficit de atenção. Foi uma dissertação de mestrado de um músico que estudou neurociência para entender de que maneira crianças com déficit de atenção têm dificuldades de estimar tempo e perceber ritmos e padrões temporais, e se essa dificuldade melhora ou não com o uso de medicamentos ou tratamento específico para o transtorno. Esse estudo mostrou que há uma alteração nesse processamento temporal que está relacionada ao próprio déficit de atenção. E a música pode ajudar de alguma maneira no processamento de sequências temporais, uma vez que ela traz consigo um componente emocional e envolvimento lúdico intrínseco, sendo mais bem aceita pelos pacientes do que um treino repetitivo. Então, a música pode ser usada como instrumento para a reabilitação por meio da ativação de padrões que podem modular as dificuldades de organizar, de sequenciar, e que estão associados, por exemplo, ao déficit de atenção. Nós encontramos que o processamento de sequências temporais e da capacidade de estimar tempo é mais falho em quem tem déficit de atenção e que a própria música pode ser um instrumento facilitador para reorganizar funções amplas com impacto em funções extramusicaais, como a atenção, o planejamento e a memória.

**Se a música está relacionada com as áreas do cérebro responsáveis pela emoção, isso explica por que certas melodias nos fazem sentir tristeza, saudades ou alegria?** Exatamente, porque mobiliza o armazenamento sensorial de informações que são múltiplas, e que não foi adquirido só pela audição ou pela visão, mas pelo somatório de dados dentro de um contexto específico. A música ativa diversas áreas cerebrais: as de processamento emocional, sensorial (ao ouvir uma música, é comum lembrar de determinadas imagens), as de junção entre sensações auditivas e as de junção de impressões através da integração sinestésica (processos que usam uma via sensorial para interpretar outra), além das áreas de processamento motor. Então, a música vai ativar esse armazenamento multissensorial que a gente acumulou na nossa experiência. Por isso, ela tem esse componente multissêmico de vários significados. Tanto que ela é usada como instrumento facilitador, por exemplo, na reabilitação de pessoas com Alzheimer, que, apesar dos prejuízos da memória para fatos, lembram de músicas inteiras, às

## A MÚSICA PODE AJUDAR DE ALGUMA MANEIRA NO PROCESSAMENTO DE SEQUÊNCIAS TEMPORAIS, UMA VEZ QUE ELA TRAZ CONSIGO UM COMPONENTE EMOCIONAL E ENVOLVIMENTO LÚDICO INTRÍNSECO, SENDO MAIS BEM ACEITA PELOS PACIENTES DO QUE UM TREINO REPETITIVO

vezes até com toda a letra. Quando elas revivem essas músicas, passam a lembrar de contextos que tinham esquecido completamente. A música funciona como um *chip* que reordena as informações, já que a informação musical foi organizada de uma forma diferente da informação de uma linguagem verbal específica.

### **Qual a explicação para aquelas músicas, como *jingles*, que grudam como chiclete na nossa mente?**

Toda atividade no cérebro envolve circuitos recorrentes. Para tudo o que aprendemos existe um invólucro, uma forma de essa informação entrar mais facilmente. Algumas áreas cerebrais relacionadas com circuitos emocionais são mais rapidamente absorvidas. Músicas com um invólucro simples, com um ritmo binário ou terciário, sem grande complexidade, como as do Roberto Carlos e os *jingles*, são facilmente aprendidas e absorvidas em sistemas que não dependem tanto de processamento intelectual. Determinados ritmos primários, como o famoso trecho da 5ª sinfonia de Beethoven (pa, pa, pa, pan), entram em circuitos que não dependem de grande elaboração, é uma *gestalt*. São circuitos primários, que reverberam.

Quando armazenamos uma informação, revivemos essa informação, fazemos um ensaio dela no cérebro. Há áreas cerebrais conhecidas, importantes para isso, como as localizadas nas regiões mais emocionais do córtex, como a região orbitofrontal. Pessoas que têm TOC [transtorno obsessivo compulsivo], por exemplo, fazem uma repetição de alguns circuitos em que a informação é armazenada de maneira mais primária. Sempre que a gente guarda uma informação, retira os resíduos e fica com a parte mais essencial dela. Não lembramos de tudo, só dos fatos mais importantes. E a música mais simples tem a possibilidade de entrar nesses circuitos que são mais elementares.

**Existe um padrão musical que possa ser considerado agradável para o ouvido humano? É mais comum gostar de músicas complexas ou simples?** Depende da experiência que

>>>

a pessoa tem. Há aqueles que relaxam com um *heavy metal* e os que precisam de música clássica, ou canto gregoriano, para isso. Depende de como você está exposto. Como a música é uma experiência cultural, depende do valor que se dá a ela em uma determinada cultura. Obviamente, existem músicas mais simples que têm elementos comuns em culturas diversas. Será que a tonalidade envolve tais redes mais elementares? Será que as músicas que têm acordes menos dissonantes são mais facilmente absorvidas? Há estudos que mostram que sim, que elas entram em áreas mais límbicas, mais primitivas.

No cérebro, há dois tipos de processos. Um implícito, que se aprende por hábito, por treino: o chamado *bottom up*, porque vem de baixo para cima, como no caso das músicas rítmicas, de tambores, em que o corpo rapidamente se manifesta e que tem o poder de invocar manifestações primitivas. E tem um processamento mais elaborado e complexo, chamado *top down*, que ocorre principalmente em áreas frontais do cérebro, e depende do que se armazenou e considerou como valor na cultura.

**A música pode afetar a estrutura ou o funcionamento do cérebro?** Lógico que sim, tanto que há grandes estudos sobre a plasticidade cerebral, ou seja, a modificação de circuitos e a formação de novas sinapses (contatos entre neurônios) nas redes neuronais, que mostram que músicos têm uma organização diferente da de não músicos. Quando se tem um treinamento musical, aumenta-se o tamanho de determinadas áreas envolvidas naquele processamento. Um violinista, por exemplo, vai ter essa área motora relacionada com os dedos mais ampla por causa do treino musical. Existe uma relação de uso e de aumento de atividade. Em um período sensível de desenvolvimento, em que a plasticidade é maior, como na infância, o efeito do treino musical sobre a estrutura do cérebro é ainda mais exuberante.

**Estamos falando de pessoas que tocam instrumentos ou também ouvintes de música?** De ambos. Tudo depende da quantidade a que você é exposto. O processo sensorial leva também a modificações cerebrais. Se você ouve mais música, seu cérebro vai ser mais refinado, mais formatado para aquele tipo de música que você costuma ouvir.

**Existe uma idade melhor ou período de nossa vida para desenvolver essas habilidades musicais?** Quanto mais cedo se desenvolvem as habilidades musicais como hábito, mais o cérebro vai apresentar modificações funcionais. Então, essas modificações de audição e de treino com instrumentos são mais amplas se a pessoa for exposta a essa experiência, por exemplo, antes dos sete anos de idade. Embora a plasticidade exista durante toda a vida,

o período mais sensível para desenvolver essa plasticidade do cérebro – não só para a música, mas também para uma série de outras atividades – é na infância.

**Se a neuroplasticidade está presente por toda a vida, então a música pode ser usada para reabilitação cerebral de pessoas que sofreram acidentes, por exemplo?** Sim, exatamente. E é bom lembrar que a plasticidade é uma função cerebral presente em todas as pessoas, em todas as idades, até naquelas com doenças neurológicas, como a doença de Alzheimer.

**Pessoas que têm ouvido absoluto processam os sons de forma diferente? Elas têm mais facilidade para aprender a tocar um instrumento?** Não. Elas têm um acesso mais direto à informação auditiva, sem ter necessariamente que ter um conhecimento, uma escolarização e um hábito em relação a isso. Então, elas ouvem um som e o correlacionam imediatamente com um som numa escala, por exemplo. Elas conhecem a nota a partir de um som que ouviram. Essa é uma habilidade geneticamente determinada, que facilita a manipulação de um determinado som e o coloca em uma ordem na escala musical, permitindo fazer uma associação entre um som sem significado e colocá-lo dentro de um contexto. Muitos músicos têm ouvido absoluto, mas há excelentes músicos que não o têm.

**Quer dizer que o processamento dos sons no cérebro também não é diferente para quem tem ouvido absoluto?** Não. Com a experiência e o treino, é possível mudar o lado do cérebro em que a música se processa mais. Em alguém que não é músico, o processamento melódico se dá mais no lado direito, que é mais intuitivo e emocional, do que no esquerdo. Já naqueles que têm um conhecimento e uma prática musical, ocorre uma lateralização para a parte esquerda do cérebro, que é mais lógica, porque eles começam a interpretar sons enquanto padrões.

**Os animais ouvem música da mesma forma que nós?** Não temos como responder essa questão, mas sabemos que, nos animais, existem áreas no cérebro para a comunicação e para o canto, como é o caso dos pássaros. Sabemos que há uma especialização; a comunicação e a modulação do som existem como forma adaptativa, têm um valor de sobrevivência para espécies amplas no desenvolvimento filogenético. Algumas espécies utilizam os sons como forma de comunicação e adaptação bastante diferente, eles têm significado para elas. Ao latir ou uivar, um cachorro apresenta uma modulação que tem um significado não verbal – eles não têm código linguístico – e sonoro. Mas poderíamos também chamar de sonoro-musical, uma vez que é um signo auditivo com modulação, que traduz diferentes contextos adaptativos e emocionais desse ser. 



FOTO: DICERO RODRIGUES

*O pião é um desses objetos míticos da física: um diminuto laboratório onde se aplicam técnicas e conceitos matemáticos dos mais elementares aos mais avançados*

## O FÁCIL GIRAR DA FORMA ESFÉRICA

Em um breve conto do escritor tcheco Franz Kafka (1883-1924) intitulado 'O pião', um filósofo tenta entender um único elemento do mundo, na crença de que isso lhe possibilitaria entender tudo. Com esse propósito, tenta pegar os piões gigantes das crianças, na esperança de que eles continuem a girar em sua mão. No entanto, os piões sempre param, assim que ele os segura.

O movimento do pião fascina a humanidade há tempos. Na biografia que o escritor e poeta mexicano Octavio Paz (1914-1998) escreveu sobre sóror Juana Inés de La Cruz – freira mexicana (1651-1695), poetisa, teóloga e brilhantemente erudita –, há a seguinte passagem: “Estavam em minha presença duas meninas brincando com um pião e, logo que vi o movimento e a figura, comecei, com esta minha loucura, a considerar o fácil girar da forma esférica, e como durava o impulso já impresso e independente de sua causa [...]”

Quem já viu um pião 'dormir' quietinho na vertical e, depois, ir oscilando aos poucos, em um movimento denominado nutação – que parece desafiar a gravidade –, não tem outra saída a não ser se entregar aos devaneios de sóror Juana.

Grandes nomes da história da física e da matemática estudaram o problema do pião, mas aqui gostaria de concentrar-me em apenas um: Sofia Kovalevskaya (1850-1891), brilhante matemática russa do século 19. Sua vida é tão interessante quanto a dinâmica do pião: ela se casou 'de fachada' para se dedicar à ciência; passou pela Comuna de Paris e foi provavelmente a primeira mulher em uma carreira universitária – como a entendemos hoje – desde o assassinato de Hipácia (350-415) – aliás, sóror Juana, sendo jovem e bonita, escolheu de modo aparentemente contraditório a vida conventual como opção de liberdade.

O livro *Relembrando Sofia Kovalevskaya*, da matemática francesa Michèle Audin, é uma leitura envolvente e informativa.

O pião é um desses objetos míticos da física: um diminuto laboratório onde se aplicam técnicas e conceitos matemáticos dos mais elementares aos mais avançados. Seu estudo é uma das tarefas mais desafiadoras da mecânica.

Há apenas três casos em que o movimento do pião pode ser descrito de modo analítico – ou seja, por meio de expressões matemáticas conhecidas. O primeiro é trivial: o pião está fixo em seu centro de massa, e a gravidade não é relevante. No segundo, o pião é simétrico em relação ao eixo de rotação – este é o caso geralmente apresentado nos livros introdutórios de mecânica.

O terceiro é a solução encontrada por Kovalevskaya, em 1888. Ela obteve a solução exata das equações de movimento, empregando uma ferramenta matemática (funções hipercíclicas) que hoje é usada para criar códigos secretos. Desde então, gerações de matemáticos vêm trabalhando para desvendar a complexidade dos diferentes tipos de movimento que as equações de Kovalevskaya descrevem.

Artigos publicados no final do século passado revelaram que a solução de Kovalevskaya não é tão estranha quanto aparenta ser: o movimento do pião descrito por ela seria a projeção nas três dimensões usuais (altura, comprimento e largura) de uma família de soluções que aparecem de forma natural em dimensões mais altas.

Um giroscópio é um pião sofisticado que se tornou crucial em sistemas modernos de navegação. Inicialmente usado na indústria militar e aeroespacial – na orientação e estabilidade de mísseis, foguetes e aeronaves –, é atualmente empregado na indústria automobilística, medicina, eletrônica de consumo, entretenimento etc. Assim, o simples brinquedo tornou-se equipamento básico de nosso cotidiano. Por exemplo, um dos sensores dos *airbags* dos carros modernos é um giroscópio.

Certamente, o entendimento do pião manteria ocupado o filósofo de Kafka por muito tempo. 

**JOÃO TORRES DE MELLO NETO**

Instituto de Física,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
joademelloneto@cienciahoje.org.br

**DESTAQUE** > NEUROCIÊNCIAS E BIOQUÍMICA > BOAS NOTÍCIAS PARA EX-FUMANTES E ESPERANÇA PARA OS QUE QUEREM LARGAR O VÍCIO

# Tabagismo: cérebro e mão esquerda

**P** arar de fumar é extremamente difícil — até porque, como mostra o excelente filme *O informante* (1999), um cigarro nada mais é do que um veículo para inocular nicotina em seu corpo. Então, se você está precisando de mais um motivo — além de todos os já conhecidos — para abandonar esse mau hábito, aqui vai ele: a camada que recobre seu cérebro pode parar de afinar. E, talvez, até voltar à condição normal.

Com a idade, é natural que o córtex (a ‘capa’ do cérebro) perca espessura, e esse afinamento está relacionado com o declínio cognitivo. Fumar, no entanto, acelera essa mudança de espessura. Não se sabe se em todo o córtex, mas, certamente, em algumas regiões dele, como o córtex orbitofrontal, relacionado com as tomadas de decisão.

Isso já se sabia de trabalhos anteriores.

A novidade (e, de certa forma, boa notícia) é que, se a pessoa largar o tabagismo, a velocidade do afinamento pode se reduzir ou até mesmo zerar. A conclusão é da equipe de Sherif Karama, da Universidade McGill (Canadá), ao investigar o cérebro de 504 voluntários com idades em torno de 70 anos, entre não fumantes, fumantes e ex-fumantes.

A equipe observou que: i) fumantes foram os que apresentaram a menor espessura do córtex; ii) ex-fumantes tinham o córtex mais fino que os de pessoas que nunca fumaram.

Mas surgiu uma boa notícia. Aqueles que haviam largado o hábito há mais tempo tinham o córtex mais grosso do que os que haviam abandonado o vício recentemente — e isso independentemente do tempo que cada um deles havia fumado. O artigo está em *Molecular Psychiatry* (10/02/15).

A CH perguntou a Karama se o córtex de um ex-fumante poderia voltar a ter a espessura daquele de uma pessoa que nunca fumou. “Nossos dados mostram que ex-fumantes, como um grupo, podem acabar tendo a mesma quantidade de córtex (em algumas áreas) como a de pessoas que nunca fumaram. Tudo isso depende de há quanto tempo eles pararam de fumar e do quanto eles

fumavam”. Karama, no entanto, diz que essa afirmação precisa de comprovação em experimentos com mais indivíduos.

Os mecanismos por trás dessa recuperação ainda são desconhecidos.

**MÃO ESQUERDA** Kim Janda, do Instituto de Pesquisas Scripps (EUA), é um dos maiores especialistas do planeta em vacinas contra o tabagismo. No entanto, a última delas desenvolvida por sua equipe teve só 30% de eficácia. Mas, agora, ele acha que sabe por que isso ocorreu. E, a partir dessa descoberta, desenvolveu novas versões da vacina.

A ideia básica de uma vacina contra o tabagismo é fazer com que o corpo veja a nicotina como um invasor. E, a partir daí, crie anticorpos para combatê-la, do mesmo modo que faz contra vírus e bactérias. Para criar essa resposta do sistema imunológico, a estratégia de Janda e colegas é pegar uma molécula de hapteno (derivado da nicotina) e grudá-la à de uma proteína. O organismo reage a esse ‘binômio’ e produz anticorpos que veem a nicotina como um inimigo.

O problema é que há dois tipos de nicotina, batizadas segundo a forma (quase idêntica) de suas moléculas: nicotina de mão direita e nicotina de mão esquerda — referência à imagem no espelho de uma mão. Porém, no tabaco (cigarros, charutos, cachimbo etc.), 99% da nicotina são de mão esquerda. Mas a vacina anterior desenvolvida por Janda ‘atacava’ igualmente os dois tipos de moléculas. Ou seja, desperdiçava muita munição com um inimigo fraco (nicotina de mão direita).

Janda preparou, então, três novas versões de vacinas à base de haptenos. A ideia foi imitar: i) uma mistura de metade de nicotina de mão esquerda e metade de mão direita; ii) só nicotina de mão esquerda; iii) só nicotina de mão direita. E cada rato recebeu três doses de uma dessas vacinas ao longo de 42 dias.

Os resultados — publicados em *Journal of Medicinal Chemistry* (v. 58, n. 2, pp. 1.005-1.011, 2015) — mostraram que a vacina que imitava nicotina de mão esquerda foi quatro vezes mais eficaz que a de mão direita e cerca de duas vezes mais eficaz que a que imitava a mistura de moléculas.

Janda acredita que essa estratégia baseada nos tipos de ‘mãos’ seja também um bom caminho para desenvolver vacinas contra a dependência de cocaína e heroína.

A CH perguntou a Janda sobre o início dos testes da nova vacina ‘de mão esquerda’ em humanos. “Ainda não sabemos. Temos que encontrar uma companhia farmacêutica que se interesse em desenvolver a vacina”, disse o pesquisador.



COMPORTAMENTO ANIMAL

## CÃES E CARAS

Publicada a primeira evidência sólida de que um animal não humano pode distinguir expressões emocionais em outra espécie. E os créditos desse feito vão para um dos animais mais fascinantes que a evolução pôs sobre a Terra: o cão.

Corsin Müller, da Universidade de Medicina Veterinária de Viena (Áustria), e colegas submetem cães a treinamento (com recompensa) que envolvia mostrar a cada um deles a parte superior ou inferior de 15 fotografias de faces humanas com expressões ou de alegria, ou de raiva.

Depois disso, cada animal foi testado em quatro tipos de provas: i) mesmas metades (superior ou inferior) que eles observaram no treino, mas de faces desconhecidas; ii) as metades complementares às do treino; iii) as metades complementares, mas de faces desconhecidas; iv) a metade esquerda das faces usadas no treino.

Segundo a equipe, os cães foram capazes de diferenciar entre faces alegres e raivosas com maior frequência do que aquela esperada por pura chance (figura 1). E também souberam reconhecer as



FOTO ANJULI BARBER, MESSERLI RESEARCH INSTITUTE

Figura 1. Cão em experimento que mostrou que esses animais reconhecem expressões emocionais em faces de humanos



FOTO SOFIA MOUTINHO

Figura 2. O cão Enzo 'sorri' para sua dona

mesmas expressões em faces de fotografias de pessoas desconhecidas. Ou seja, segundo os autores, souberam transferir o que aprenderam no treinamento para outras situações. “Concluimos que os cães usaram suas memórias de emoções faciais humanas reais para cumprir essa tarefa”, escreveram os autores em artigo publicado em *Current Biology* (12/02/15).

“Eles podem dizer que essas duas expressões têm significados diferentes”, disse Ludwig Huber, líder do grupo. O significado dessa habilidade ainda é motivo de dúvida. Mas, prossegue Huber, “parece-nos que os cães associam uma face alegre

a um significado positivo e uma expressão de raiva a algo negativo”, pois foi mais fácil treinar os animais para associar uma recompensa com uma face alegre. Isso, segundo os autores, sugere que cães já tinham uma ideia preconcebida, com base em experiências anteriores, de que é melhor ficar longe de alguém com raiva, sentimento que parece ser um estímulo aversivo para eles.

Agora, a equipe de Huber pretende estudar como os cães expressam suas emoções (figura 2) e como elas são influenciadas pelas emoções de seus donos e de outros humanos.

MEDICINA

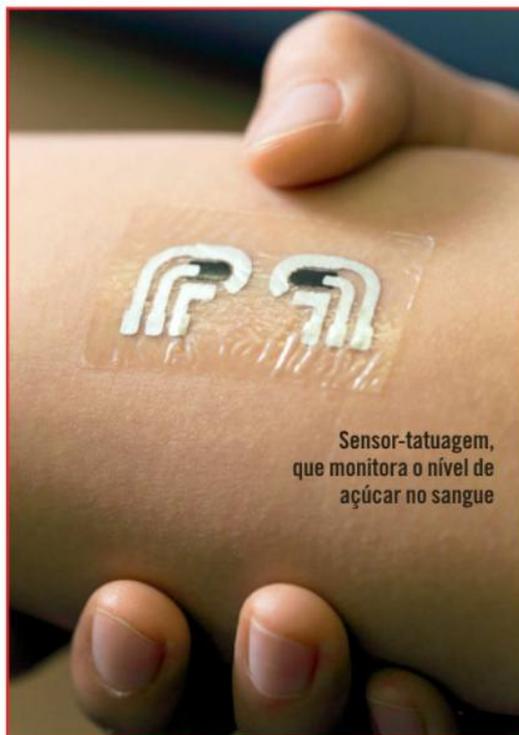
## 'TATUAGEM' PARA DIABÉTICOS

Recentemente, a mídia mostrou uma tendência entre diabéticos: tatuar em uma parte visível do corpo essa condição, para que, em caso de emergência, os profissionais de saúde saibam disso. Mas, agora, surge um novo tipo de 'tatuagem', só que, dessa vez, não permanente.

A equipe de Joseph Wang, da Universidade da Califórnia, em San Diego (EUA), desenvolveu o primeiro sensor ultrafino que gruda na pele e lembra uma tatuagem (figura). A função do dispositivo é monitorar o nível de glicose no sangue e evitar que diabéticos tenham que se picar para obter essa informação.

Por enquanto, os protótipos serviram apenas como a prova de que o conceito funciona. A 'tatuagem' – que consegue extrair um pouco de fluido da pele e testar o açúcar nele – foi usada por sete voluntários saudáveis. E, segundo os autores, os resultados foram muito bons. Tão bons a ponto de a equipe achar que a estratégia poderia ser adaptada para quadros de insuficiência renal.

Quando chega ao mercado? Wang respondeu à *CH*: “Em dois ou três anos”. Adendo desta seção: se passar nos testes complementares e for aprovado pelo órgão controlador dos EUA, o FDA, que costuma ser severo nessas avaliações.



Sensor-tatuagem, que monitora o nível de açúcar no sangue

FOTO JACOBS SCHOOL OF ENGINEERING/UC SAN DIEGO

COMPORTAMENTO ANIMAL

## CHIMPANZÉS: TAMBORES COM ESTILO

John Bonham (1948-1990), do Led Zeppelin, era pura força bruta; Ian Paice, do Deep Purple, junta sutileza e velocidade; Jack DeJohnette é conhecido pelas variações no prato de condução do jazz; o grande Edison Machado (1934-1990) mostrou ao mundo como se toca samba fraseado na bateria... Todos tinham ou têm estilo. E, agora, parece que os chimpanzés também imprimem sua personalidade na percussão.

Já se sabia que chimpanzés machos costumam subir em árvores, agarrar seus galhos e bater com os pés fortemente nos troncos – o som pode ser ouvido a

cerca de 1 km. Mas nunca se entendeu o motivo desse comportamento. Agora, Katie Slocombe, da Universidade de York (Reino Unido), e colegas alegam saber o porquê.

Ao observar um bando de chimpanzés em Uganda, Slocombe percebeu que cada macho tinha uma assinatura rítmica. E disse a si mesma: se eu percebo, os membros do bando também devem perceber. A psicóloga também notou que os chimpanzés davam mais atenção às batidas feitas por membros de maior importância no bando.



Disso surgiu uma hipótese de trabalho, como Slocombe disse para a revista *Science*: as batidas seriam uma forma de: i) comunicar ao bando onde está o 'baterista' – o território de um bando pode chegar a 100 km<sup>2</sup>, área de um bairro de grandes proporções; ii) identificá-lo, já que cada macho tem seu estilo próprio.

FOTO: ENA SCHUSTER/FREEMAGES.COM

MEDICINA

## DEPRESSÃO: ESPERANÇA E USO IMEDIATO

Duas novidades no tratamento da depressão. Uma delas, droga usada por 'festeiros', representa uma esperança. A outra – para mulheres – é algo que pode ser posto em prática imediatamente.

Começemos pela descoberta prática. Depois de analisar 1.904 mulheres, com idades entre 64 e 69 anos, com sintomas de depressão, Kristiann Heesch, na Universidade de Tecnologia de Queensland (Austrália), concluiu que 150 minutos por semana de exercício moderado (natação, aeróbica, tênis, dança etc.) ajudam a melhorar a disposição física e o quadro emocional, aumentam o grau de sociabilidade da pessoa e diminuem o quadro de dores.

Certo, talvez os exercícios acima estejam além da disposição do paciente. O mesmo estudo – discutido em reportagem de Janice Neumann, da Reuters (30/01/15) – mostrou que caminhar cerca de 200 minutos por semana tem os mesmos efeitos.

A primeira boa notícia é que mesmo intervalos de exercícios menores do que esses (150 e 200 minutos) trouxeram benefícios para as mulheres. A segunda boa notícia: os benefícios apareceram também para mulheres não deprimidas. Os resultados estão em *American Journal of Preventive Medicine* (13/01/15 *on line*).

Essas conclusões – como aponta a reportagem da Reuters – ajudam a diminuir o ceticismo na comunidade de pesquisadores e médicos sobre os benefícios da caminhada para deprimidos. Obviamente, quadros de depressão maior (profunda) devem ter tratamento medicamentoso, pois muitos pacientes nessa situação nem mesmo conseguem sair da cama.

A outra novidade é a quetamina (ou ketamina), também conhe-

cida, nas festas (*raves*), por '*special K*'. É, na verdade, um anestésico para, principalmente, uso veterinário, mas tem efeitos psicoativos. A surpresa é que ela tem apresentado, em estudos clínicos, uma rapidez impressionante em tirar o paciente do quadro de depressão. Enquanto os antidepressivos convencionais levam semanas para fazer efeito, a quetamina pode fazer isso em até 2h.

Como?

É o que pesquisadores tentam entender. Soube-se recentemente que ela age em receptores cerebrais (receptor NMDA) que, até então, não pareciam estar envolvidos na depressão. Mas o desconhecimento do mecanismo de ação não tem impedido, como noticiado em reportagem da *Nature* (30/01/15), que médicos receitem a droga a seus pacientes deprimidos.

A quetamina mostrou-se promissora também para distúrbio bipolar (alteração de euforia com depressão) e comportamento suicida. Em relação a este último quadro, um dos vários artigos na literatura científica sobre a substância (*Journal of Psychiatric Research*, v. 58, pp. 161-166, 2014) mostrou que a ideiação suicida, ao responder à quetamina, pode ter um mecanismo bioquímico cerebral diferente daquele relacionado à depressão.

Tudo ainda está muito cercado de poréns. Mas várias empresas farmacêuticas já estão na corrida para desenvolver variações da quetamina que possam ser patenteáveis. E muitas delas já estão fazendo experimentos com humanos. Vários resultados são esperados para este início de ano.

Segundo a Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, uma *overdose* de quetamina pode "produzir alucinações profundas e duradouras, vômitos, convulsões, privar o cérebro e os músculos de oxigênio, [causar] perda de consciência e parada respiratória". E lá também se lê que 1 grama da substância pode levar à morte.

Ou seja, nada de automedicação.

Depois de quase 10 anos de observação e gravação das vocalizações (chamados) e das batidas, que, por vezes, as acompanham, a equipe concluiu que o comportamento percussivo não tinha a ver com demonstração de proeza física como se pensava. Razão: quem mais batucou foram os machos mais velhos e não os dominantes.

Slocombe e colegas notaram que, quando estão muito distantes do bando, as vocalizações vêm acompanhadas das batidas em 75% dos casos, contra 40% das vezes quando os machos estão perto do grupo ou 10% delas ao se alimentarem. Ou seja, a percussão tem a ver com estar longe do bando.

Com a ajuda de um programa de computador, os pesquisadores conseguiram,

em 50% dos casos, identificar o autor do ritmo (ao todo, oito machos foram gravados). A conclusão dos autores foi, então, que as batidas e seus estilos únicos servem para dar a identidade e a localização de um macho para o restante do bando.

Slocombe e colegas desconfiam que as batidas carregam ainda mais informação. Mas, segundo ela, não é possível ir além nesse tópico, pois a amostra gravada ainda é pequena. Para a *Science*, Slocombe disse que esses resultados mostram que a habilidade rítmica não é única dos humanos e que, se ela estiver presente em ancestrais comuns a humanos e chimpanzés, isso poderia explicar como essa habilidade emergiu em nós. Os resultados estão em *American Journal*

*of Physical Anthropology* (v. 156, n. 1, pp.125-134, 2015).

Fica aqui a sugestão de leitura do primeiro capítulo – disponível gratuitamente em <http://bit.ly/1Ma8Bbn> – do livro *A informação*, de James Gleick (Companhia da Letras, 2013), no qual o autor diz que os tambores africanos não são apenas meio de comunicação, mas uma linguagem em si. E, se o(a) leitor(a) quiser ter ideia de como os tambores podem ser melódicos, vale a pena escutar a primeira faixa ('Tambores também podem valsar') de um álbum histórico de jazz (<http://bit.ly/17aB7t0>), do norte-americano Max Roach (1924-2007), baterista, compositor e ativista político pelos direitos civis.

## NEUROCIÊNCIAS

# PINTINHOS: DA ESQUERDA PARA A DIREITA

Escreva os algarismos de 1 a 10. Muito provavelmente, você fez assim: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7... Ou seja, os menores à esquerda. Estudo mostra que tipo de representação está presente em pintinhos recém-nascidos. E pode ser inata.

A equipe de Rosa Rugani, da Universidade de Pádua (Itália), mostrou que pintinhos com três dias de vida associam o espaço à esquerda deles a valores numéricos menores e, à direita, maiores. Os pesquisadores sugerem que essa habilidade não é uma resposta ao meio, mas, sim, inata. Os resultados estão em *Science* (30/01/15).

Para chegar a essa conclusão, a equipe familiarizou os pintinhos com uma plaquinha de papelão na qual estavam pintados cinco pontos. Ela ficava ao final de um corredor, e atrás dela estava um alimento (verme).

Depois, a plaquinha única era trocada por duas delas (uma à esquerda e outra à direita), mas, agora, cada uma continha apenas dois pontinhos. Nesse novo arranjo, os pintinhos, ao buscarem o alimento, deram preferência à plaquinha da esquerda. Quando o mesmo experimento foi repetido com duas plaquinhas com oito pontos cada, os filhotes passaram a buscar o alimento atrás daquela à direita.



A habilidade de associar o lado esquerdo a números menores e o direito àqueles maiores está presente em pintinhos com poucos dias de vida e pode ser inata

A próxima fase foi familiarizar os pintinhos com plaquinhas contendo números mais altos (20, por exemplo). Quando duas plaquinhas com oito pontinhos foram postas ao final do corredor, os pintinhos, mais uma vez, deram preferência pela da esquerda. E, quando duas delas, agora com 32 pontos cada, foram apresentadas, os pintinhos optaram pela da direita. Os filhinhos podem ser vistos aqui: <http://bit.ly/1Ch5C8U>.

Em entrevista à *CH*, Rugani diz que, em experimentos anteriores, ela e colegas encontraram uma preferência pelo lado esquerdo que pode estar associada à dominância do hemisfério direito para tarefas espaciais. "Isso não é específico para os

humanos: a alocação seletiva da atenção espacial à esquerda pode ser encontrada também em aves, como pombos e pintinhos."

Rugani disse à revista *Science* que não ficaria surpresa caso essa habilidade em associar o espaço esquerdo a números menores e o direito a maiores estivesse presente em recém-nascidos humanos e filhotes de outras espécies. Se essa hipótese estiver correta, isso poderia significar que essa forma de representação espacial dos números – da esquerda para a direita – estaria presente também em um ancestral comum a humanos e aves modernas.



UNIVERSITY OF KENTUCKY V. MOCELLA ET AL./NATURE COMMUNICATIONS

## O segredo do papiro

Como desvendar o conteúdo de um papiro romano valiosíssimo, mas que parece hoje um pedaço de carvão?

A física aplicada deu um jeito – e sem desenrolar o documento.

Escrito em grego, o texto, que sobreviveu à famosa erupção do Vesúvio no ano 79, foi submetido a um tipo especial de tomografia de raios X.

Baseada no contraste entre materiais, a técnica permitiu enxergar várias letras, escritas com tinta à base de carvão – no destaque, pode-se ler ‘HEY’ (eta, epsilon, ípsilon).

O papiro faz parte da chamada Vila dos Papiros, descoberta em 1754 na antiga cidade de Herculano e tida como a única biblioteca sobrevivente do mundo clássico.

A técnica poderá ajudar a revelar o conteúdo dos outros manuscritos da coleção (cerca de 1,7 mil papiros). Pelo estilo da caligrafia, os pesquisadores desconfiam que o autor do texto seja o filósofo Filodemo de Gádara (c.110-c.30 aC).





FOTO: CECERO RODRIGUES

Muitos pesquisadores e autores encaram a evolução como uma força imperiosa, que se assemelha ao que alguns chamam de 'destino'

A pré-história dos humanos ainda está cercada de grandes mistérios. Isso ocorre principalmente porque há poucas evidências desse passado longínquo. A escassez de fósseis de nossos ancestrais faz com que, às vezes, as poucas amostras de ossos autenticamente antigos sejam supervalorizadas, tornando-se a base de hipóteses que ainda clamam por confirmação. Além disso, os argumentos usados para reconstruir o passado por vezes cedem aos preconceitos dos próprios cientistas.

Parece ser esse o caso de um fragmento de crânio humano, achado na caverna de Manot, em Israel – descoberta relatada na revista *Nature* (*on-line*, 28 de janeiro último) por Israel Hershkovitz, da Universidade de Tel Aviv, e colaboradores. A datação do material indicou que teria cerca de 55 mil anos. Os autores não têm dúvida de que o crânio é de um *Homo sapiens*, o que o torna protagonista de uma suposição instigante.

Sabe-se, por meio de sequenciamento de DNA, que os humanos atuais, exceto os da região abaixo do deserto do Saara, na África, contêm um pouco de DNA dos neandertais: algo entre 1% e 4%. Isso sugere que, entre 50 mil e 60 mil anos atrás, teria ocorrido miscigenação entre *H. sapiens* e *H. neanderthalensis*, uma interpretação aceita pela maioria dos paleoantropólogos. Os africanos não contam com essa porção de DNA neandertal porque, como surgiram e permaneceram na África, não tiveram oportunidade de se miscigenar com o grupo que deixou o continente, colonizou a Ásia Ocidental e a Europa e originou os neandertais. São admitidas hoje outras duas ondas migratórias: uma dirigiu-se a regiões mais ao leste, na Ásia, gerando os chamados denisovanos, e a outra, representada pelo *Homo heidelbergensis*, originou os humanos modernos.

Segundo Hershkovitz, o chamado povo de Manot, que teria habitado o Oriente Médio há 55 mil anos, poderia compor precisamente aquela população de humanos modernos que coexistiu com os neandertais. Embora essa interpretação seja compatível em ter-

mos cronológicos, é ainda muito tênue e prematura, carecendo de mais achados arqueológicos que possam confirmá-la. Uma análise genética do crânio de Manot poderia comprovar se aconteceu ou não o contato entre *H. sapiens* e *H. neanderthalensis*, mas os pesquisadores acham que será difícil extrair DNA dessa peça, já que, em razão das condições da caverna, o material genético provavelmente não foi preservado ao longo dos milênios.

Outro texto, no mesmo número *on-line* da *Nature*, traz um comentário relevante, que resume a ocasional propensão dos cientistas de fantasiar a história e imaginar cenários que frequentemente não se sustentam. O texto menciona que essa tendência se manifesta, no contexto evolutivo, obedecendo a quatro fatores. Em primeiro lugar, muitos pesquisadores e autores encaram a evolução como uma força imperiosa, que se assemelha ao que alguns chamam de 'destino'. Em segundo, há uma predisposição para acreditar que as espécies extintas são inferiores (por terem desaparecido) e, portanto, têm importância menor.

Esse último fator alimenta, em particular, uma das explicações para o ainda enigmático desaparecimento dos neandertais há cerca de 30 mil anos. Existem versões muito populares, nas quais *H. sapiens* e *H. neanderthalensis* teriam se enfrentado e os primeiros teriam eliminado os últimos. O DNA, porém, mostra que o confronto pode ter sido de outra natureza, pois decididamente houve coexistência e acasalamento. Na verdade, neandertais e humanos modernos conviveram no mesmo local por milhares de anos. Assim, a 'extinção' dos neandertais pode ter sido não mais que uma assimilação, cujo legado está literalmente em nosso sangue.

O terceiro fator é a noção de que a evolução implica progresso e que tudo caminha na direção do *H. sapiens*. Finalmente, há o grande problema, já citado pelo inglês Charles Darwin (1809-1882). Ele chamou a atenção dos paleontólogos para a raridade das amostras e pediu cautela: menos imaginação e mais fatos, por favor. **CR**

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

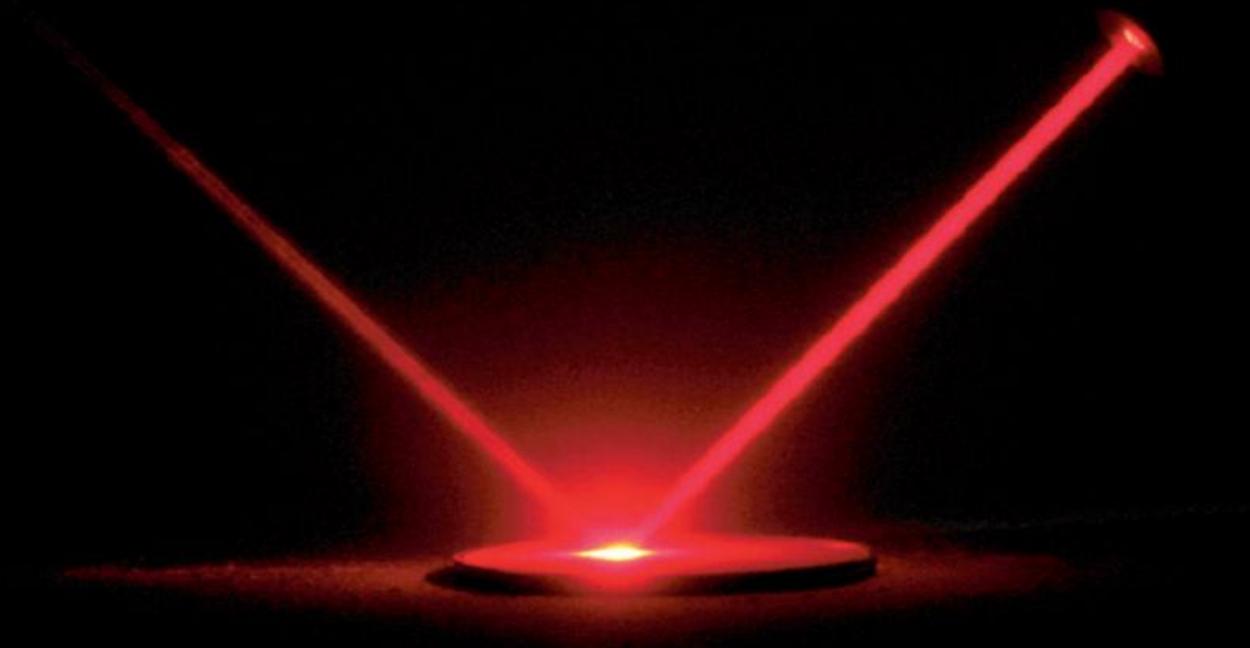
Tente imaginar nosso cotidiano sem o *laser*? Tarefa quase impossível. Leitores de códigos de barras, cirurgias para catarata, produção de microprocessadores, jogos eletrônicos, DVDs, medição de grandes distâncias, análise da atmosfera, corte e solda de metais na indústria... A lista é bem longa.

Merecidamente o *laser* ganhou o título de 'a luz do século 20'.

O caminho que leva da análise do fenômeno de emissão de radiação por átomos, feita por Einstein, há cerca de 100 anos, até sua aplicação no primeiro *laser*, meio século atrás, é pavimentado por avanços cruciais da física teórica e experimental.

E esse percurso se prolonga até os dias de hoje e nos traz às áreas da óptica quântica – e sua incrível capacidade de aprisionar e manipular uma única partícula de luz – e da informação quântica, que desenvolve códigos invioláveis e computadores inimaginavelmente velozes.

# ÓPTICA QUÂNTICA





2015 - ANO  
INTERNACIONAL  
DA LUZ

**Luiz Davidovich**  
Instituto de Física,  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro

**N**o encerramento do século 19, em 1900, uma fórmula matemática apresentada pelo físico alemão Max Planck (1858-1947), com o propósito de descrever a radiação emitida por corpos aquecidos, iria mudar os rumos da ciência nas décadas seguintes.

A fórmula de Planck traduz a observação de que a luz emitida por um objeto aquecido – como um forno de uma siderúrgica ou uma estrela – muda de cor (frequência) à medida que a temperatura aumenta, indo do infravermelho (menor frequência) para uma cor mais azulada, de frequência maior. Mais precisamente, experimentos realizados no final do século 19 mostravam que a intensidade da radiação emitida por corpos aquecidos tinha um máximo para certa frequência (cor), a qual aumentava com a temperatura, a cor variando, então, do vermelho para o violeta.

# E A LUZ DO SÉCULO 20

A física clássica previa, no entanto, que a intensidade luminosa emitida por um corpo aquecido aumentaria com a frequência, ou seja, seria maior para o violeta que para o vermelho, independentemente da temperatura (figura 1). Assim, a cor violeta predominaria nos corpos aquecidos, contrariamente à evidência experimental.

Planck mostrou que sua fórmula implicava uma descontinuidade na troca de energia entre um sistema elementar (átomo ou molécula) e a radiação. Essa descoberta contrariava, assim, uma linha de pensamento perseguida desde a Antiguidade e resumida na frase “*Natura non facit saltus*” (A natureza não dá saltos). Cinco anos depois de Planck, ao analisar o efeito fotoelétrico – fenômeno em que elétrons são ejetados quando a luz incide sobre uma superfície metálica –, o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) concluiu que a explicação desse efeito requer conceber a luz como se fosse constituída de corpúsculos, os ‘*quanta*’ de luz – posteriormente, denominados fótons.

No caso do efeito fotoelétrico, a física clássica previa que a energia dos elétrons deveria aumentar somente com o aumento da intensidade da luz. Mas os experimentos mostravam que uma maior intensidade da luz apenas fazia saltar maior quantidade de elétrons, mas todos com a mesma energia.

FOTO: INTERACT IMAGES/PREEMAGES.COM



Einstein, com base nos *quanta* de luz, mostrou que cada elétron emitido corresponde à absorção de um fóton cuja energia é proporcional à frequência. Por isso, a energia dos elétrons aumenta com a frequência da luz, enquanto a quantidade ejetada dessas partículas é proporcional à intensidade (número de fótons) da luz incidente (figura 2).

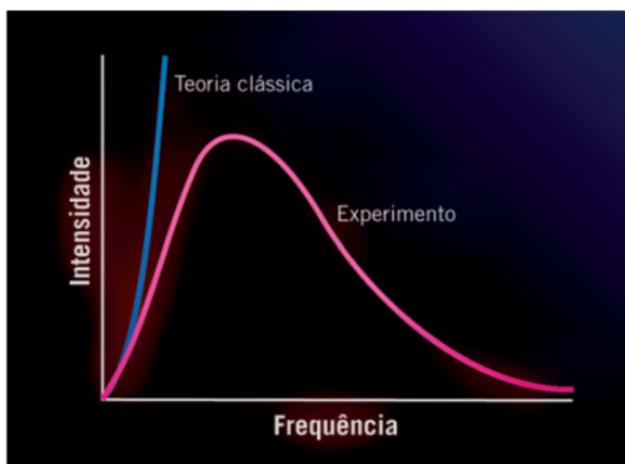
Com essa conclusão, começa uma aventura do conhecimento que iria revolucionar nossa compreensão do universo e também nosso cotidiano: daí surgiram o *laser*, os aparelhos de ressonância magnética usados em hospitais, os relógios atômicos, o transistor e os computadores modernos.

**Fusão de teorias** A hipótese dos *quanta* de luz foi recebida com relutância pela comunidade científica da época, pois parecia contradizer experimentos que demonstravam o fenômeno de interferência da luz, típico de um comportamento ondulatório. No primeiro Congresso de Solvay (Bélgica), em 1911, que reuniu físicos notáveis, o próprio Einstein manifesta sua dificuldade em aceitar essa conjectura: “Insisto no caráter provisório desse conceito, que não parece ser reconciliável com as consequências experimentalmente verificadas da teoria ondulatória”.

Eis a questão profunda que atormentava os cientistas: como conciliar a ideia de que a luz é constituída de corpúsculos com a noção – comprovada experimentalmente pelo cientista inglês Thomas Young (1773-1829) em 1801 – de que a luz se comporta como uma onda, apresentando a propriedade de interferência? (figura 2).

A proposta indicando Einstein para a Academia de Ciências Prussiana, em 1913 – assinada, entre outros físicos ilustres, por Planck –, considera a hipótese dos *quanta* de luz como um deslize do candidato: “Que ele tenha, algumas vezes, errado o alvo em suas especulações, como, por exemplo, em sua hipótese dos *quanta* de luz, não pode realmente ser usado contra ele, pois não é possível

Figura 1. Diferença de previsão entre a teoria clássica e os experimentos sobre a intensidade de radiação emitida por um corpo aquecido



introduzir ideias realmente novas, mesmo nas ciências mais exatas, sem algumas vezes assumir um risco”.

Em carta de 1908 a seu colaborador austro-húngaro Jakob Laub (1884-1962), Einstein revela estar “ocupado incessantemente com a questão da radiação [...]. Essa questão quântica é tão descomunalmente importante e difícil que ela deveria preocupar todo mundo”. No ano seguinte, publica dois trabalhos importantes, sugerindo uma natureza dual para a luz e opinando que a próxima fase no desenvolvimento da física teórica deveria trazer uma teoria da luz que poderia ser interpretada como uma fusão entre a teoria ondulatória e a teoria corpuscular.

Esse desenvolvimento, profetizado por Einstein, foi de fato realizado pelo físico britânico Paul Dirac (1902-1984), em 1927, em um artigo que coloca em bases matemáticas precisas a teoria do fóton.

**Emissão estimulada** Em carta de novembro de 1916, Einstein revela a seu amigo italo-suíço Michele Besso (1873-1955): “Uma luz esplêndida baixou sobre mim acerca da absorção e emissão de radiação”. Em três trabalhos, publicados naquele ano e no seguinte, demonstra que, quando um átomo interage com a radiação, três processos podem ocorrer, como mostra a figura 3.

Esses trabalhos podem ser considerados como os precursores da óptica quântica, que, no entanto, foi aprofundada e desenvolvida como disciplina muito mais tarde.

Um grande intervalo de tempo separa essa descoberta de Einstein de suas notáveis aplicações práticas: somente na década de 1950, nota-se que a emissão estimulada permitiria construir dispositivos como o *maser* e o *laser*.

O primeiro *maser* (acrônimo, em inglês, para amplificação de micro-ondas por emissão estimulada de radiação) é construído em 1953, na Universidade de Colúmbia (EUA), pelos norte-americanos Charles Townes, James Gordon (1928-2013) e Herbert Zeiger (1925-2011). A teoria desse dispositivo foi estabelecida em 1952 pelos soviéticos Nikolay Basov (1922-2001) e Alexander Prokhorov (1916-2002).

Como indica o nome, o *maser* era uma fonte de micro-ondas baseada no processo de emissão estimulada. Restava descobrir como aplicar o mesmo princípio à realização de uma nova fonte de luz.

**O laser** O primeiro *laser* (acrônimo, em inglês, para amplificação de luz por emissão estimulada de radiação) é demonstrado em dezembro de 1960 pelo físico norte-americano Theodore Maiman (1927-2007), pesquisador do Laboratório Hughes, em Malibu, na Califórnia.

O trabalho de Maiman é precedido por duas propostas teóricas, demonstrando as condições de funcionamento e a viabilidade do *laser*. A primeira, feita pelo físico norte-americano Gordon Gould (1920-2005) – então estudante de doutorado na Universidade de Colúmbia e que registraria a ideia em 1957, ganhando a patente 20 anos mais tarde, depois de longa batalha judicial. A se-



Figura 2. Experimentos mostram a natureza dual do fóton, que ora se comporta como onda, ora como corpúsculo

gunda, publicada em 1958 por Townes e o norte-americano Arthur Schawlow (1921-1999), então pesquisadores nos Laboratórios Bell.

Tipicamente, em um *laser*, um conjunto de átomos é colocado em um tubo cilíndrico, com paredes laterais transparentes, entre dois espelhos, sendo um deles semitransparente, isto é, não apenas reflete luz, mas também pode transmiti-la – sendo, no entanto, a intensidade da luz transmitida muito menor que a da refletida.

Os átomos são excitados, por exemplo, por uma corrente elétrica ou por um pulso de luz emitido por um *flash* (figura 4). Os átomos excitados começam, então, a emitir fótons espontaneamente. Se emitidos ao longo do eixo do cilindro, os fótons espontâneos iniciais estimulam a emissão de outros fótons idênticos na mesma direção, a maior parte dos quais é refletida pelos espelhos, reforçando, assim, o processo de emissão estimulada e produzindo, então, uma avalanche de fótons praticamente idênticos.

Os fótons que não são emitidos ao longo do eixo saem pelas paredes laterais do cilindro e não são refletidos. O feixe de luz que atravessa o espelho semitransparente tem assim propriedades bastante diferentes da luz emi-

tida por uma lâmpada incandescente (chamada ‘luz térmica’): tem direção de propagação e frequência muito bem definidas, já que os fótons são em sua maioria produzidos pelo processo de emissão estimulada.

A energia fornecida pelo *flash* ou pela corrente elétrica é assim concentrada em torno de uma direção e uma frequência, podendo ter alta intensidade. Para obter um feixe com essas características a partir de uma lâmpada incandescente – que emite luz em diversas direções, com uma distribuição ampla de frequências –, é necessário colimar (ou seja, direcionar) uma parte da luz emitida através de orifícios e lentes, e, além disso, usar filtros de cor para selecionar a frequência, o que implica desperdiçar a maior parte da energia fornecida pela lâmpada, produzindo-se um feixe de baixa intensidade.

No *laser* construído por Maiman, átomos de cromo, em um cristal de rubi, são excitados por um *flash* e produzem um pulso de *laser*. Em fevereiro de 1961, é demonstrado, por uma equipe do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA) liderada por Ali Javan, o primeiro *laser* que emite um feixe de luz continuamente. Nesse caso, átomos de hélio, misturados com átomos de neônio, são excitados por uma corrente elétrica.

>>>

Figura 3. Os três processos básicos de interação de fótons com átomos



**Diferenças profundas** A demonstração do primeiro *laser* motiva uma pergunta interessante: se produzirmos, a partir de uma lâmpada incandescente, usando filtros, orifícios e lentes, um feixe de luz com direção e frequência bem definidos, é possível diferenciar esse feixe daquele emitido por um *laser* contínuo (ainda que de baixa intensidade)?

A resposta a essa pergunta envolve considerações sobre a distribuição estatística dos fótons no feixe de luz e tem um papel fundamental para a óptica quântica moderna.

Na década de 1960, vários trabalhos levaram a uma visão bem mais sofisticada dessas novas fontes de luz e revelam diferenças profundas entre a luz proveniente de uma lâmpada incandescente e a emitida por um *laser*. Entre eles, o desenvolvimento da teoria quântica da luz

pelo norte-americano Roy Glauber e pelo indiano George Sudarshan, em 1963; os trabalhos pioneiros sobre a teoria quântica do *laser*, do alemão Hermann Haken, no ano seguinte; bem como os dos norte-americanos Melvin Lax (1922-2002) e William Louisell; e também de Marlan Scully e William Lamb Jr. (1913-2008), a partir de 1965.

As flutuações de intensidade da luz emitida por um *laser* são bem menores que as da luz térmica, e isso tem uma consequência importante para a distribuição estatística dos fótons. Para um feixe de luz térmica que se propaga no espaço, as regiões que apresentam flutuações de intensidade positiva correspondem a um acúmulo de fótons, enquanto as flutuações negativas correspondem a um número menor de fótons. Isso significa que, quando detectamos fótons de uma luz térmica – por meio de um dispositivo chamado de fotodetector –, as contagens tendem a se agrupar (figura 5).

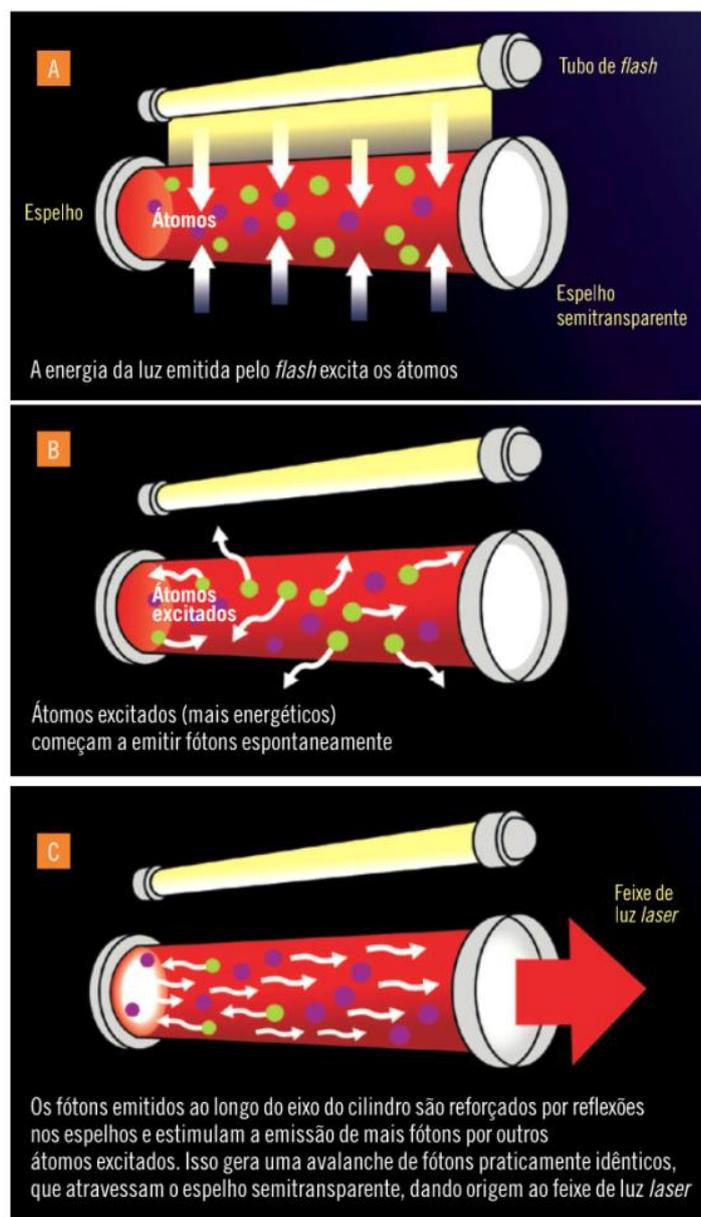
Por outro lado, a luz *laser*, com intensidade praticamente constante, não apresenta esse efeito de agrupamento. É possível, assim, diferenciar luz emitida por essas fontes distintas, examinando a distribuição de fótons, ainda que a luz térmica tenha cor e direção bem definidas.

**A luz do século** A partir de 1960, a área de óptica quântica avança em ritmo acelerado, e o *laser* se torna verdadeiramente ‘a luz do século 20’. Novos tipos de *laser* são inventados, com um grande número de aplicações, nas áreas de saúde e comunicações; na medida precisa de distâncias; em fotolitografia para a confecção de circuitos integrados; em leitores de códigos de barra; na análise da atmosfera; em projetos militares; em processos industriais envolvendo corte e solda de metais.

Em 1969, um *laser* pulsado de rubi, refletido por um espelho colocado na Lua, foi usado para medir a distância de um ponto na Terra àquele espelho com uma precisão de 5 cm. Agora, o projeto Apollo, no Novo México (EUA), pretende aumentar a precisão para 1 mm, o que permitirá testar desvios da lei de gravitação do físico britânico Isaac Newton (1642-1727). *Lasers* de alta potência usados em fusão nuclear têm intensidades equivalentes a ter toda a luz solar incidente sobre a Terra focalizada na extremidade de um fio de cabelo.

*Lasers* que emitem pulsos ultracurtos, na região de raios X, da ordem de 67 bilionésimos de um bilionésimo de segundo (ou 67 attossegundos), demonstrados em 2012 pelo físico chinês Zenghu Chang e colegas, na Universidade da Flórida Central (EUA), funcionam como *flashes* fotográficos ultrarrápidos, permitindo seguir processos dinâmicos de curta duração, como aqueles que envolvem elétrons em átomos.

Figura 4. Funcionamento de um *laser*



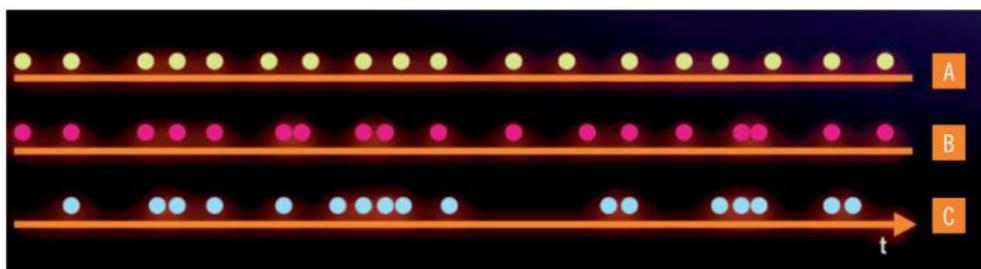


Figura 5. Representação esquemática das contagens de fótons, em função do tempo, para feixes de luz que são (A) antiagrupados, (B) aleatórios (como no *laser*) e (C) agrupados (como na luz incandescente)

Os trabalhos de Glauber e Sudarshan mostram não só que um feixe de luz térmica e mesmo um de luz *laser* podem ser descritos como se fossem campos eletromagnéticos clássicos (com flutuações estatísticas), mas também que outros tipos de luz poderiam existir e que não admitiriam uma descrição clássica.

Entre esses possíveis novos tipos de luz, estaria aquele no qual os fótons estão antiagrupados, isto é, com espaçamento entre eles maior que em um feixe de luz *laser*, com possíveis aplicações em criptografia (envio de mensagens codificadas). Isto significa que a flutuação do número de fótons detectados em certo intervalo de tempo é inferior à da luz de um *laser*. Um caso extremo desse tipo de luz é o da radiação que consiste de um único fóton.

**Informação quântica** A produção de luz eminentemente quântica torna-se uma atividade importante em muitos laboratórios, seja pelas possíveis aplicações, seja pelo interesse fundamental. A nova tecnologia quântica – reconhecida pelo prêmio Nobel de 2012 para o físico norte-americano David Wineland e o físico francês Serge Haroche – permite controlar a interação de um único átomo com um único fóton.

Essa tecnologia deu um grande impulso ao desenvolvimento de uma nova disciplina, a informação quântica – estreitamente ligada à óptica quântica – e que estuda métodos para caracterizar, transmitir, armazenar, compactar e usar computacionalmente a informação contida em estados quânticos. Além de trazer uma nova visão da física quântica, associada ao conceito de informação, essa área de pesquisa tem a perspectiva de aplicações de grande impacto na criptografia e na computação quântica.

A computação quântica lida com *bits* quânticos (*qbits*), que generalizam o conceito de *bit*, unidade fundamental de informação em computação clássica e que pode ter os valores 0 ou 1. O *qbit*, por sua vez, pode ser expresso por uma superposição de 0 e 1. Um exemplo físico de *qbit* é a polarização de um fóton – essa propriedade está ligada ao fato de que uma onda de luz pode oscilar em um plano bem determinado, como uma corda que vibra em um plano horizontal ou vertical.

O fóton pode ter polarização ao longo de um plano horizontal – o que corresponderia, por exemplo, ao valor 0 do *bit* – ou vertical (valor 1), mas pode também ter polarização ao longo de um plano inclinado, que seria re-

presentada em física quântica como uma superposição dos dois ‘estados de polarização’ (horizontal e vertical).

Além disso, a computação quântica faz uso de um conceito extremamente sutil da física quântica: o emaranhamento, que chamou a atenção do físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) e motivou, em 1935, um artigo polêmico de Einstein e dois colaboradores, o russo Boris Podolski (1896-1966) e o norte-americano Nathan Rosen (1909-1995).

Estados emaranhados da luz têm sido produzidos em vários laboratórios – inclusive no Brasil. Além do interesse fundamental, têm aplicações na transmissão segura de informação e, como já mencionado, na computação quântica.

Um estado emaranhado de dois fótons tem propriedades curiosas. Podemos ter conhecimento completo sobre o conjunto de dois fótons – por exemplo, saber que os planos de oscilação (polarizações) de cada um deles são ortogonais entre si –, mas, ao mesmo tempo, nada saber sobre as propriedades de cada um deles – isto é, desconhecemos a polarização de cada fóton. Nesse sentido, Schrödinger comentou, em 1935, sobre o emaranhamento: “O melhor conhecimento possível do todo não inclui o melhor conhecimento possível de suas partes – e é esse fato que continuamente vem nos assombrar”.

As novas tecnologias quânticas e a interação estreita entre a óptica quântica e a informação quântica provavelmente continuarão a produzir resultados assombrosos nos próximos anos, desvendando comportamentos sutis da natureza e gerando aplicações que, como o *laser*, poderão ter considerável impacto em nosso cotidiano. **CH**

## Sugestões para leitura

DAVIDOVICH, L. ‘Informação quântica: do teletransporte ao computador quântico’. *Ciência Hoje*, n. 206 (2004).

DAVIDOVICH, L. ‘O gato de Schrödinger: do mundo quântico ao mundo clássico’. *Ciência Hoje*, n. 143 (1998).

BAGNATO, V. S. ‘*Laser*: aplicações modernas de uma solução magnífica em busca de problemas’. In: *Física Hoje – uma aventura pela natureza: dos átomos ao universo*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje/Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2007.

# OS 'DE DENTRO'

A vida da população da cidade de Belterra, na Amazônia brasileira, foi afetada de modo drástico em dois períodos: entre 1934 e 1945, quando aconteceu na região a experiência de cultivo de seringueiras por Henry Ford, e desde 1999, com as disputas pelas terras dos antigos seringais entre moradores e os recém-chegados produtores de soja. Nos dois casos, durante a implantação dos projetos, o grande capital, apoiado na 'fala do desenvolvimento', seguiu a lógica da mercantilização da vida e da natureza local, levando à exploração predatória de recursos naturais e a conflitos socioambientais.

**José Carlos Matos Pereira**

*Núcleo de Antropologia do Trabalho, de Trajetória e Biografia (NuAT),  
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**A 'fala do desenvolvimento'  
e a desorganização de modos de vida  
em uma pequena cidade da Amazônia**

# E OS 'DE FORA'

**B**elterra é uma pequena cidade do oeste do Pará, situada a 700 quilômetros da capital estadual, Belém. A vida social dessa área do interior da Amazônia foi afetada por grandes empreendimentos vindos de fora em dois momentos: o primeiro entre 1934 e 1945 e o segundo entre 1995 e 2011. Este artigo apresenta uma análise desses dois 'pedaços de tempo' e mostra como a ação do grande capital, ao se instalar na região, apropriando-se de grandes porções do território (terras, florestas e rios, por exemplo), em nome das exigências do mercado internacional, desarranjou os modos de vida preexistentes da população.

A expressão 'modos de vida' diz respeito às formas de convivência locais, ou seja, aos hábitos, condutas, técnicas e instituições adquiridos pela população por herança cultural, ao modo como as pessoas e famílias se relacionam, moram, trabalham e se alimentam. Enfim, como a população se organizava para garantir sua existência antes do projeto de cultivo e exploração da seringueira do empresário norte-americano Henry Ford (1863-1947), na década de 1930, e da chegada à cidade do monocultivo da soja, no final da década de 1990.

Hoje, Belterra – que se tornou município em 1995 – tem pouco mais de 17 mil habitantes, dos quais 7 mil vivem na sede municipal e o restante na área rural. Por duas vezes, essa região viveu transformações sociais resultantes de ações planejadas e seletivas do grande capital, com apoio político estadual e federal, financiamento público, relaxamento da legislação ambiental e estudos científicos que subsidiaram a escolha da localização desses empreendimentos.

Embora os contextos socioculturais, econômicos e técnicos entre os dois períodos não sejam equivalentes, os dois projetos, ambos sob o abrigo da 'fala do desenvolvimento' (a alegação de que trariam progresso e riqueza), exibiram aspectos comuns: a enunciação de estereótipos pelos 'de fora' contra a população local, o uso predatório da natureza e a desorganização dos modos de vida da população. >>>

FOTO CECILIA PELO AUTOR



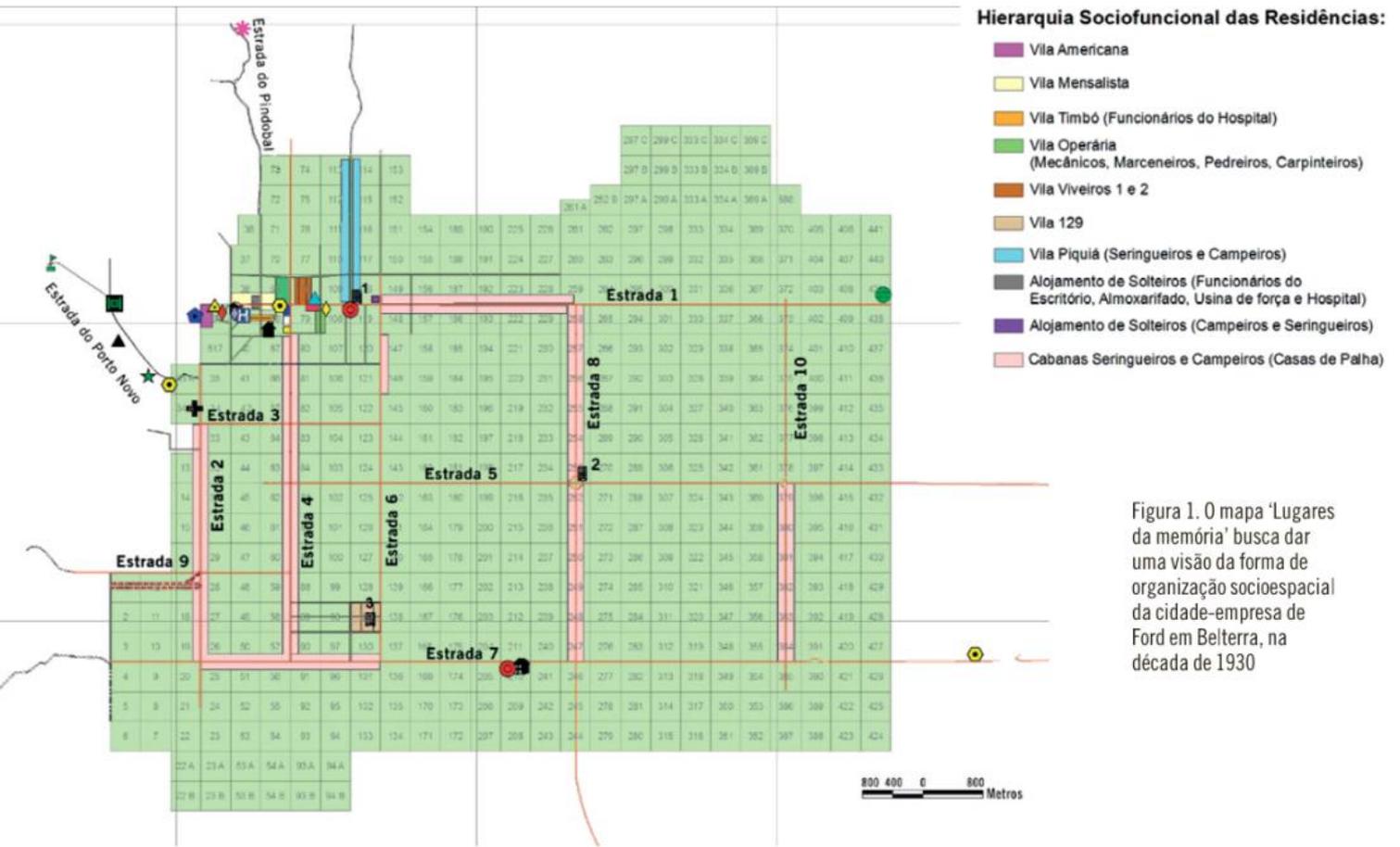


Figura 1. O mapa 'Lugares da memória' busca dar uma visão da forma de organização socioespacial da cidade-empresa de Ford em Belterra, na década de 1930

No entanto, a 'fala do desenvolvimento' – expressão criada para o estudo – não envolve apenas a noção de melhoria econômica. Ela dá nome a um sentido, um significado, produzido sobre a Amazônia pelas pessoas de outras regiões, que a associam a um lugar vazio de população, com grande riqueza natural que precisa ser valorizada economicamente e com habitantes incapazes de transformar o patrimônio que detêm em crescimento econômico. Nessa perspectiva, a população amazônica, em especial os camponeses, os ribeirinhos, os quilombolas e os povos indígenas, é vista como sinônimo de atraso e de entrave ao 'progresso'.

Expressões e termos depreciativos, como 'civilizar a selva', 'levar a civilização do homem branco', 'preguiçosos' e 'pinguços', entre outros, volta e meia são empregados pelos portadores do poder político e econômico para destituir de humanidade os habitantes da região, para colocá-los em posição de inferioridade. Essa depreciação sempre esteve implícita nas justificativas dos projetos de modernização capitalista direcionados para a Amazônia nos períodos avaliados.

FOTOS DO ARQUIVO PESSOAL DE OSWALDO T. GÓES

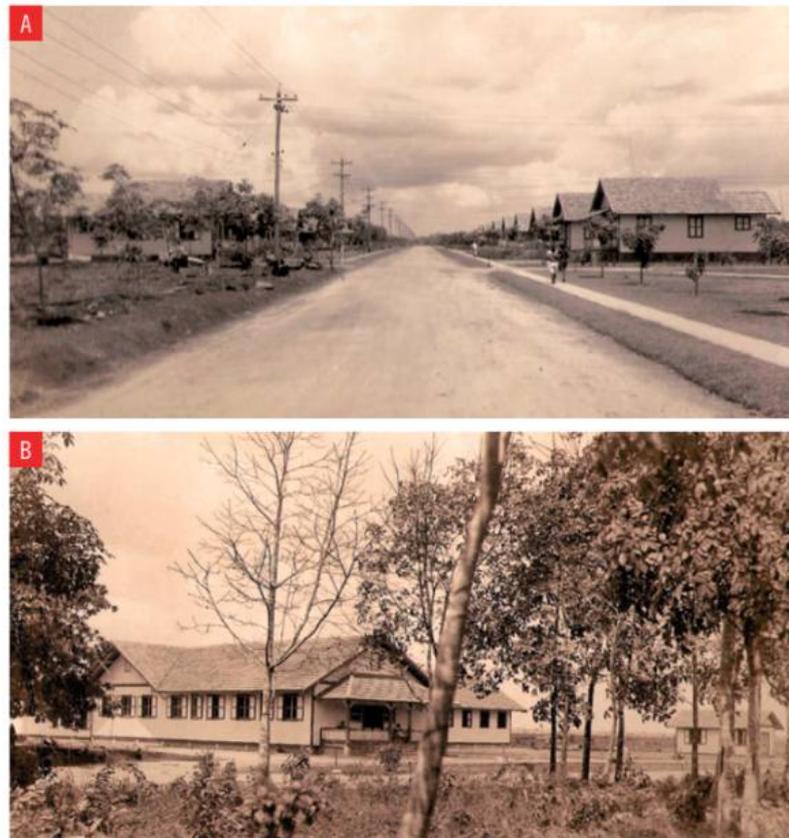


Figura 2. Em Belterra, arruamento e sistema de iluminação da Vila Mensalista, em 1939 (A), e o Hospital Henry Ford (com o necrotério à direita), em 1938 (B)

**Infraestrutura do *Plantation*:**

- Estrada 1 até Estrada 10
- Outras vias
- - - Pista de Pouso
- Acampamento (Alojamento, Hospital, Almojarifado, Padaria, Escritório e Porto)
- Atendimento Médico, Local de Tratamento, Almojarifado de Ferramentas
- Reservatório de Água
- Guarita de Segurança
- Trapiche Flutuante
- Goela da Morte
- Club House
- Depósito de Mercadorias
- Escritório da Companhia
- Hospital Henry Ford
- Viveiro de Mudas de Seringas
- Escolas
  - 1 - Henry Ford
  - 2 - Edsel Ford
  - 3 - Benson Ford
- Campo de Golfe
- Casa de farinha, descascadora de arroz e trilho para transporte de mercadoria
- Centro Comercial [Mercearia (Português), Padaria (Americano), Barbearia (Barbadiano), Sapataria (Português), Alfaiataria (Sul-Africano) Bar e Restaurante (Italiano)]
- Mercado (Oficinas de Marcenaria, Carpintaria, Funilaria e Mecânica, Posto de Alistamento, Comissária, Frigorífico, Gerador de Energia)
- Usina de Beneficiamento de Latex (Máquinas Centrifugas, Prensas, Tanques para receber o Latex)
- Quadras do *Plantation*
- Drive In (sessão de cinema)
- Porto
- Cadeia
- Cemitério
- Casa dos Médicos
- Hotel
- Açougue
- Caixa d'água

**A cidade na floresta** A Companhia Ford Industrial do Brasil (CFIB) chegou à Amazônia para plantar seringueiras e produzir látex, com o objetivo de abastecer a indústria automobilística norte-americana. Esta consumia quase 70% da borracha produzida no mundo, mas não tinha o controle da matéria-prima, já que a produção de látex na Ásia estava sob o domínio de nações europeias. O governo paraense concedeu à empresa 1 milhão de hectares de terra na margem direita do rio Tapajós. Cabe ressaltar que as terras concedidas não estavam vazias ou desocupadas: muitas famílias já viviam nessas áreas décadas antes do início do empreendimento.

O deslocamento do capital norte-americano para a região do rio Tapajós, de início em Fordlândia (1928) e depois em Belterra (1934), foi promovido por meio de alianças entre o governo federal, as oligarquias da Amazônia e o grande capital internacional. O modelo urbano-industrial era considerado ideal para o desenvolvimento do país, e isso ficou demonstrado claramente com a visita do então presidente Getúlio Vargas (1882-1954) a Belterra, em 1940.

A doação de terras, a migração para Fordlândia, e depois para Belterra, de mão de obra (da região amazônica, de outras partes do país e do exterior) e a isenção de taxas e impostos criaram um cenário favorável para a instalação da Companhia Ford Industrial do Brasil e para a ressocialização dos migrantes nas cidades erguidas na floresta. Tanto Fordlândia quanto Belterra tinham hospitais, escolas, conjuntos de casas, ruas pavimentadas, igrejas, clubes recreativos, sistema de abastecimento de água e energia, entre outras instalações construídas pelos norte-americanos.

O fracasso em Fordlândia, devido a erros na escolha do local de plantio das árvores, ao ataque de pragas e a outros fatores, levou a empresa a buscar outra área, e nova cidade foi erguida em Belterra. A vida nessa cidade – coordenada pelos norte-americanos (figura 1) – girava em torno do intenso trabalho nos seringais (dentro de uma hierarquia sociofuncional de técnicos especializados e peões, estes mantidos sob forte disciplina) e das formas pelas quais os estrangeiros evitavam se relacionar com os trabalhadores brasileiros. Embora a cidade exibisse características pouco comuns na Amazônia da época (figura 2), a separação dos dois grupos era evidente a partir das moradias em áreas diferentes: existiam em Belterra a Vila Americana, a Vila Mensalista, a Vila Operária e as cabanas de palha, onde moravam os seringueiros.

**Os ‘de dentro’ e os ‘de fora’** No período mais recente, a partir de 1995, Belterra pode ser caracterizada como um lugar de pequeno comércio, de serviços de base familiar, de empregos ofertados pela prefeitura, mas a agricultura se mantém, com o cultivo de mandioca, arroz, feijão, milho, legumes e verduras e com a criação de abelhas-sem-ferrão, porcos e galinhas e ainda pela presença dos indígenas mundurucus na cidade.

A vida em Belterra é pacata: são raros os registros policiais e não há histórias de roubos ou crimes de morte. Muitos moradores ainda dormem de janelas abertas. No hotel onde a equipe de pesquisa se hospedou, a chave do quarto ou a geladeira são facilmente acessadas, pois o proprietário, nos finais de semana, cuida também de um comércio na praia. Isso demonstra um padrão de sociabilidade no qual o medo e a violência ainda não se fazem presentes. As pessoas dessa cidade se conhecem e os laços de confiança são mais fortalecidos.

O calendário da vida do lugar está relacionado ao trabalho na prefeitura, à prestação de serviços, ao comércio e às atividades rurais. Para os jovens, o dia a dia volta-se ao estudo nas escolas municipais, aos afazeres domésticos, ao lazer e a cursos de natureza profissional e artística ofertadas pela municipalidade, como computação, capoeira e música.

A chegada dos produtores de soja deu início a conflitos socioambientais na cidade entre os ‘de fora’ (esses produtores) e os ‘de dentro’ (a população local). Os re-



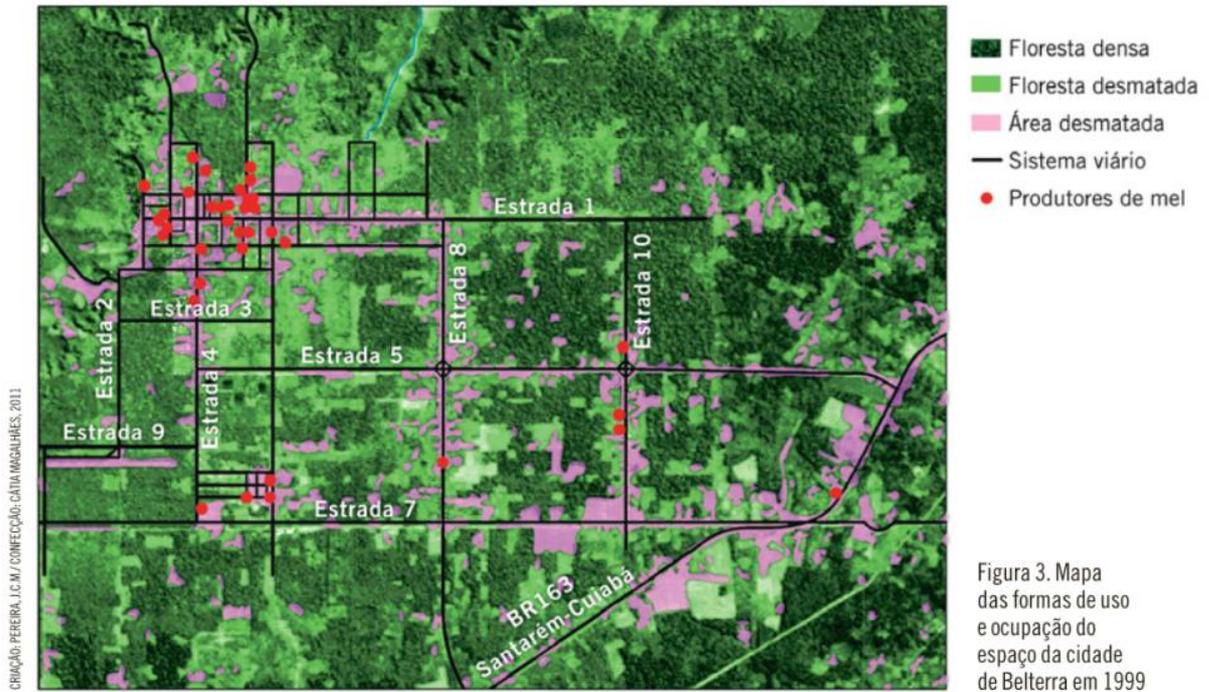


Figura 3. Mapa das formas de uso e ocupação do espaço da cidade de Belterra em 1999

cém-chegados se apropriaram de grandes porções de terra nas imediações da cidade, comprando-as por preços baixos ou trocando os títulos por veículos e motos. E contaram com a ajuda de gestores municipais aliciados: há relatos de pressões ou até ameaças sobre os agricultores que viviam no novo município.

As práticas de cultivo dos agricultores locais são definidas pelos produtores de soja como “primitividade” e como “agricultura fracassada”, que “não sabe nem prá que rumo ir”, já que não conta com financiamentos, sementes, fertilizantes, maquinário ou assistência técnica por parte do governo. Os agricultores ‘de dentro’ são vistos como aqueles que ainda usam o queimar, ‘brocar’ e plantar, práticas empregadas no Sul do país nos anos de 1960, como enfatizou um entrevistado. Os produtores ‘de fora’ também já identificaram seus adversários políticos: “as ONGs estrangeiras”, “os ambientalistas”, além da “Igreja Católica”, os “do contra” e “os sem propostas que falam muito, mas não apresentam nada”. Pessoas associadas ao monocultivo da soja usam termos depreciativos, como “preguiçosos” e “pinguços”, para classificar a população local.

E o que pensa a população de Belterra sobre os produtores de soja? Os antigos habitantes da cidade acreditam que esses produtores, chamados de “gaúchos” e “sojeiros”, são responsáveis pelo desmatamento na região e pela mudança do clima. Embora alguns produtores de soja tenham vindo de outros estados – paranaenses, mato-grossenses, catarinenses –, os moradores da cidade costumam usar o termo geral “gaúcho” quando se referem a eles.

A soja também é acusada por outros problemas. Pessoas que moram em áreas próximas das grandes planta-

ções desse grão reclamam de doenças respiratórias em adultos e crianças, do mau cheiro e da invasão de moscas em suas residências. Os moradores também apontam o uso, pelos ‘de fora’, de mecanismos de sedução de famílias para a venda de suas terras.

Nas representações que a população faz sobre o tipo de ‘desenvolvimento’ que desejam para Belterra, a soja não aparece associada a novas oportunidades. Os conteúdos das falas dos moradores sempre remetem ao turismo, às indústrias, aos bancos, à ampliação do comércio e dos serviços. Do mesmo modo, os ‘de dentro’ não se identificam com os ‘de fora’, cujas práticas denunciam como danosas à saúde e ao ambiente natural. Esses elementos são demarcadores das diferenças, da afirmação da identidade do lugar e dos diferentes valores e moralidades que envolvem as racionalidades e ações dos grupos sociais envolvidos. No aspecto temporal, os moradores locais veem dois momentos distintos e bem marcados da vida social local: o antes e o depois da chegada da soja à região.

A área de floresta da região estava bastante preservada em 1999 (figura 3), quando as antigas ‘quadras’ dos seringais ainda não haviam sido ocupadas pelos produtores de soja. Naquele momento, o uso dessas terras ainda era coletivo e muitas famílias desenvolviam atividades ligadas à produção agrícola. As narrativas revelam que essas áreas, então controladas pelo Ministério da Agricultura, eram plantadas alternadamente com arroz, mandioca, milho, feijão. Bastava obter uma autorização daquele ministério, que liberava o uso da terra para os moradores da cidade.

Já em 2011 (figura 4), a apropriação de grandes porções de terra na cidade pelos produtores de soja provo-

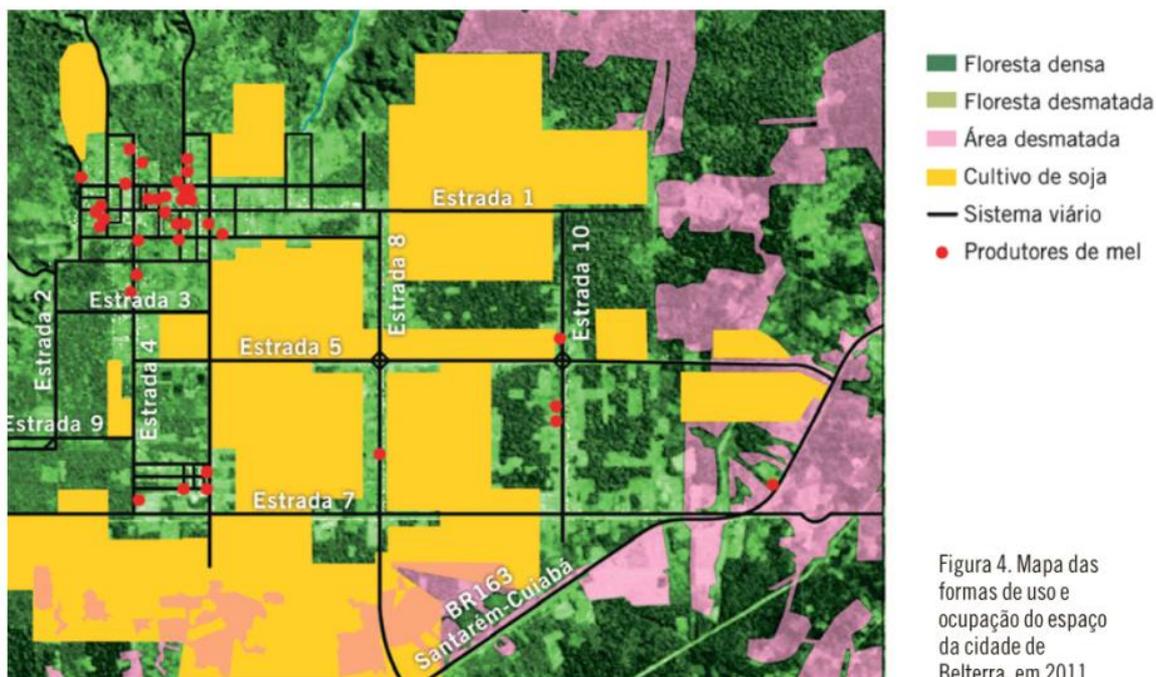


Figura 4. Mapa das formas de uso e ocupação do espaço da cidade de Belterra, em 2011

cava grandes alterações nessas áreas, em especial o desmatamento. A imagem mostra claramente a proximidade das plantações de soja com a produção de mel (importante fonte de renda na região), a produção agrícola familiar, as árvores frutíferas, as casas dos moradores, as escolas e o hospital.

**Produção de significados** A situação singular de Belterra está na ocorrência, em dois momentos distantes no tempo, de perturbações nos modos de vida locais, gerando conflitos sociais. O fio condutor entre os dois períodos (1934 a 1945 e 1995 a 2011) é a desumanização do 'outro', colocado em posição de inferioridade para justificar que o valor de troca se sobreponha ao valor de uso e que novas técnicas, com base na mecanização, sejam implantadas sob o discurso da modernização. Esse discurso envolve também a desqualificação do uso tradicional da terra pela população local, apontado como 'arcaico' e 'primitivo' por conta das técnicas simples do machado, da enxada, do terçado e do uso da natureza, prioritariamente, para a satisfação das necessidades humanas em bases não mercantis.

No entanto, o estudo da situação atual nessa cidade da Amazônia mostra que, ao contrário do que muitos acreditam, a produção de sentidos – ou significados – não é atributo exclusivo dos segmentos sociais mais abastados. A população de Belterra, ao construir uma imagem dos que chegaram há pouco à cidade, inclusive atribuindo a eles denominações como “sojeiros”, “gaúchos”, “desmatadores”, “de fora”, confere a essas relações uma perspectiva que não se dá pela passividade, nem pela submissão – ao contrário, confirma a existência de resistências e conflitos.

### TESE PREMIADA

O autor, atualmente, desenvolve estudos, no Museu Nacional, sobre os modos de vida indígenas e sua participação política na cidade, na Amazônia. Sua tese de doutorado 'Os modos de vida na cidade: Belterra, um estudo de caso na Amazônia brasileira', que deu origem a este artigo, foi defendida em 2012, pelo autor, no Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, e venceu o prêmio Capes de Tese de Sociologia em 2013.

### Sugestões para leitura

- COSTA, F. A. *Grande capital e agricultura na Amazônia: a experiência Ford no Tapajós*. Belém, EDUFPA, 1993.
- GRANDIN, G. *Fordlândia: ascensão e queda da cidade esquecida de Henry Ford na selva*. Rio de Janeiro, Rocco, 2010.
- TRINDADE Jr., S-C. C. T. 'Cidades na floresta: os "grandes objetos" como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico', em *Revista IEB*, nº 30, p. 113, 2010.

### NA INTERNET

PEREIRA, J. C. M. 'Os modos de vida na cidade: Belterra, um estudo de caso na Amazônia brasileira' (tese de doutorado em ciências sociais). Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012 (disponível em <http://pct.capes.gov.br/teses/2012/31004016020P8/TES.PDF>).

# TABELA

## HISTÓRIA DA ORGANIZAÇÃO E DESCOBERTA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

A tabela periódica atual é testemunha e consagração de mais de dois séculos dos esforços dos cientistas em descobrir, entender e ordenar os elementos químicos. De certa forma, conta boa parte do desenvolvimento da própria química.

E este início de século pode se tornar um marco histórico nessa jornada, caso um novo elemento seja descoberto.

Nas páginas a seguir, o/a leitor/a encontrará alguns dos principais momentos da construção desse inestimável conhecimento, resultante da busca da ciência pelos segredos da estrutura da matéria.

**Júlio Carlos Afonso**

*Departamento de Química Analítica,  
Instituto de Química,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

A tabela periódica é uma forma de disposição sistemática dos elementos químicos e ferramenta inseparável para o estudo e a compreensão da química. Os elementos são ordenados em função do número atômico ( $Z$ ), ou seja, o número de prótons (partículas com carga positiva do núcleo dos átomos).

O número atômico caracteriza o chamado elemento químico, definido como o conjunto de átomos que têm o mesmo número de prótons. Em um átomo neutro, o número de prótons no núcleo é igual ao número de elétrons (partículas de carga negativa), que se situam em torno desse núcleo.

Outra característica importante dos átomos: o número de massa ( $A$ ), que é a soma do número de prótons e nêutrons (partículas sem carga, também presentes no núcleo). A maioria dos elementos químicos tem átomos com diferentes números de massa devido à existência de diferentes números de nêutrons. São chamados os isótopos – por exemplo, o hidrogênio ( $Z = 1$ ,  $A = 1$ ), o deutério ( $Z = 1$ ,  $A = 2$ ) e o trítio ( $Z = 1$ ,  $A = 3$ ). Em razão disso, define-se massa atômica de um elemento químico como a média ponderada entre os números de massa de seus diversos isótopos multiplicados pelas suas abundâncias relativas na natureza.

Vale salientar que os elétrons não entram no cálculo do número de massa, porque sua massa é desprezível – cerca de 2 mil vezes menor que a do próton e do nêutron.

A tabela periódica é composta por linhas horizontais (períodos) e por colunas verticais (grupos ou famílias). Sua versão atual (figura 1) contém sete períodos e inclui os últimos elementos descobertos, os de números atômicos 113, 115, 117 e 118, confirmados pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac).

A tabela periódica é ideal para prever e interpretar as características e tendências dos átomos, as quais se repetem periodicamente: perda e ganho de elétrons, tipo de ligação química que preferencialmente formam (iônica ou covalente) etc.

# PERIÓDICA

**Espaços preenchidos** Os primórdios da organização dos elementos químicos se devem ao químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794), que, em 1789, agrupou as 33 espécies que eram então consideradas como elementares em gases, metais, não metais e terras – denominação genérica dada, à época, aos compostos binários de oxigênio (óxidos) com a maioria dos elementos metálicos. Os químicos passaram o século 19 à procura de uma organização mais precisa, mas os esquemas propostos não abrangiam todos os elementos químicos então conhecidos.

O químico russo Dmitri Mendeleiev (1834-1907) publicou sua tabela periódica em 1869. Ele ordenou os elementos por peso atômico (hoje, número de massa), iniciando uma nova linha quando as características dos elementos se repetiam. Mendeleiev deixou lacunas quando o elemento correspondente ainda não tinha sido descoberto e usou as tendências de sua tabela para prever as propriedades desses elementos então ocultos, como gálio, escândio e germânio.

Outro aspecto foi que ele alternou dois elementos adjacentes, cobalto e níquel, para melhor classificá-los. A última versão da tabela publicada por Mendeleiev (figura 2) é bem mais completa que a versão inicial.

Em 1913, o físico britânico Henry Moseley (1887-1915), usando técnicas de raios X, concluiu que a forma correta de ordenar os elementos químicos era pelo número atômico e não pelo peso atômico. Isso levou a inversões na tabela periódica: argônio ( $Z = 18$ ) e potássio ( $Z = 19$ ); cobalto ( $Z = 27$ ) e níquel ( $Z = 28$ ); telúrio ( $Z = 52$ ) e iodo ( $Z = 53$ ).

Do final do século 19 até 1939, a tabela periódica teve praticamente todos os espaços deixados por Mendeleiev preenchidos pela descoberta, por exemplo, dos gases nobres e alguns elementos radioativos, como polônio e rádio – ambos descobertos pelo casal de cientistas Pierre (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934).

Háfnio (1923), rênio (1925) e frâncio (1939) foram os últimos elementos descobertos em amostras naturais. >>>

Figura 1. Perfil atual da tabela periódica, incluindo os elementos mais recentemente descobertos ( $Z = 113$  a 118), bem como os nomes e os símbolos oficiais de dois deles: Fl (fleróvio,  $Z = 114$ ) e Lv (livermório,  $Z = 116$ ).

| Grupo →            | 1        | 2        | 3        | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13         | 14        | 15         | 16        | 17         | 18         |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| Período ↓          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |           |            |            |
| 1                  | 1<br>H   |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |           |            |           |            | 2<br>He    |
| 2                  | 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 5<br>B     | 6<br>C    | 7<br>N     | 8<br>O    | 9<br>F     | 10<br>Ne   |
| 3                  | 11<br>Na | 12<br>Mg |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 13<br>Al   | 14<br>Si  | 15<br>P    | 16<br>S   | 17<br>Cl   | 18<br>Ar   |
| 4                  | 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn  | 31<br>Ga   | 32<br>Ge  | 33<br>As   | 34<br>Se  | 35<br>Br   | 36<br>Kr   |
| 5                  | 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd  | 49<br>In   | 50<br>Sn  | 51<br>Sb   | 52<br>Te  | 53<br>I    | 54<br>Xe   |
| 6                  | 55<br>Cs | 56<br>Ba |          | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg  | 81<br>Tl   | 82<br>Pb  | 83<br>Bi   | 84<br>Po  | 85<br>At   | 86<br>Rn   |
| 7                  | 87<br>Fr | 88<br>Ra |          | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112<br>Cn | 113<br>Uut | 114<br>Fl | 115<br>Uup | 116<br>Lv | 117<br>Uus | 118<br>Uuo |
| <b>Lantanídeos</b> |          |          | 57<br>La | 58<br>Ce  | 59<br>Pr  | 60<br>Nd  | 61<br>Pm  | 62<br>Sm  | 63<br>Eu  | 64<br>Gd  | 65<br>Tb  | 66<br>Dy  | 67<br>Ho   | 68<br>Er  | 69<br>Tm   | 70<br>Yb  | 71<br>Lu   |            |
| <b>Actinídeos</b>  |          |          | 89<br>Ac | 90<br>Th  | 91<br>Pa  | 92<br>U   | 93<br>Np  | 94<br>Pu  | 95<br>Am  | 96<br>Cm  | 97<br>Bk  | 98<br>Cf  | 99<br>Es   | 100<br>Fm | 101<br>Md  | 102<br>No | 103<br>Lr  |            |

| Periód. | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ:   |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
|---------|---------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|
|         | 0                   | I                     | II                     | III                    | IV                    | V                      | VI                     | VII                          | VIII                  |
| 1       |                     | Водород<br>H<br>1,008 |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 2       | Гелий<br>He<br>4,0  | Литий<br>Li<br>7,03   | Бериллий<br>Be<br>9,1  | Бор<br>B<br>11,9       | Углерод<br>C<br>12,0  | Азот<br>N<br>14,01     | Кислород<br>O<br>16,00 | Фтор<br>F<br>19,0            |                       |
| 3       | Неон<br>Ne<br>19,9  | Натрий<br>Na<br>23,06 | Магний<br>Mg<br>24,36  | Алюминий<br>Al<br>27,1 | Кремний<br>Si<br>28,2 | Фосфор<br>P<br>31,0    | Сера<br>S<br>32,06     | Хлор<br>Cl<br>35,45          |                       |
| 4       | Аргон<br>Ar<br>39,9 | Калий<br>K<br>39,15   | Кальций<br>Ca<br>40,1  | Стронций<br>Sr<br>87,6 | Иттрий<br>Y<br>88,9   | Цирконий<br>Zr<br>91,2 | Никель<br>Ni<br>58,7   | Медь<br>Cu<br>63,5           | Золото<br>Au<br>197,0 |
| 5       |                     | Рубидий<br>Rb<br>85,5 | Серебря<br>Ag<br>107,9 | Барий<br>Ba<br>137,4   | Лантан<br>La<br>138,9 | Гафний<br>Hf<br>178    | Тантал<br>Ta<br>182    | Вольфрам<br>W<br>186         | Осмий<br>Os<br>190    |
| 6       |                     | Франций<br>Fr<br>223  | Радий<br>Ra<br>226     | Актиноиды<br>(La-Lu)   | Торий<br>Th<br>232    | Прометий<br>Pr<br>140  | Неодимий<br>Nd<br>144  | Смесь лантаноидов<br>(Ce-Lu) | Платина<br>Pt<br>195  |
| 7       |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 8       |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 9       |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 10      |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 11      |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |
| 12      |                     |                       |                        |                        |                       |                        |                        |                              |                       |

Выше обозначены окислы:  
I R, R<sub>2</sub>O, RO, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, RO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, RO<sub>3</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, RO<sub>4</sub>  
Выше обозначены водородные соединения:  
RH, RH<sub>2</sub>, RH<sub>3</sub>, RH<sub>4</sub>

Д. Менделеев.  
1869—1905.

Figura 2. Última versão da tabela de Mendeleiev, de 1905, publicada na 8ª edição (1906) de sua obra *Principles of chemistry* (Princípios de química), que saiu um ano antes de sua morte

**Terras raras e ‘neutrônio’** O arranjo de Mendeleiev foi importante para a sistematização das propriedades periódicas dos elementos. Mas o formato de sua tabela impunha dificuldades na compreensão de certos pormenores relativos ao comportamento de grupos de elementos. Por exemplo, o grupo I (figura 2) continha, de um lado, os metais alcalinos (lítio, sódio, potássio etc.) e, de outro, cobre, prata e ouro, que têm propriedades bem diferentes dos primeiros.

Por isso, outros formatos de tabela periódica foram propostos; contudo, as tabelas russas atuais ainda conservam o formato original de Mendeleiev.

Um exemplo de novo formato foi o da tabela do químico alemão Andreas von Antropoff (1878-1956), da Universidade de Bonn (Alemanha), proposta em 1926 (figura 3). A partir do 4º período, ela se subdivide em grupos 1A, 1B, 2A, 2B etc., divisão que prevaleceu até 1986, quando a Iupac adotou o sistema atual de numeração dos grupos, de 1 a 18.

Na tabela de von Antropoff, veem-se antigos símbolos de elementos, mudados após a 15ª reunião da Iupac em Amsterdã, em 1949: colúmbio (nióbio), masúrio (tecnécio), ilíneo (promécio), alabamino (astato), virgínio (frâncio). O símbolo do argônio, A, foi mudado para Ar em 1957. As então ‘terras raras’ são hoje denominadas, segundo a Iupac, lantanídeos – porque

incluem ainda o lantânio, primeiro elemento da série. Hoje, o termo ‘terras raras’ engloba, além dos lantanídeos, os elementos escândio (Sc) e ítrio (Y).

A tabela de von Antropoff trazia ainda o ‘neutrônio’ (alto, canto esquerdo), elemento hipotético, de número atômico zero (ou seja, sem prótons), cujo símbolo era a letra grega ômega – de certa forma, antecipando a descoberta do nêutron, em 1932, pelo físico britânico James Chadwick (1891-1974).

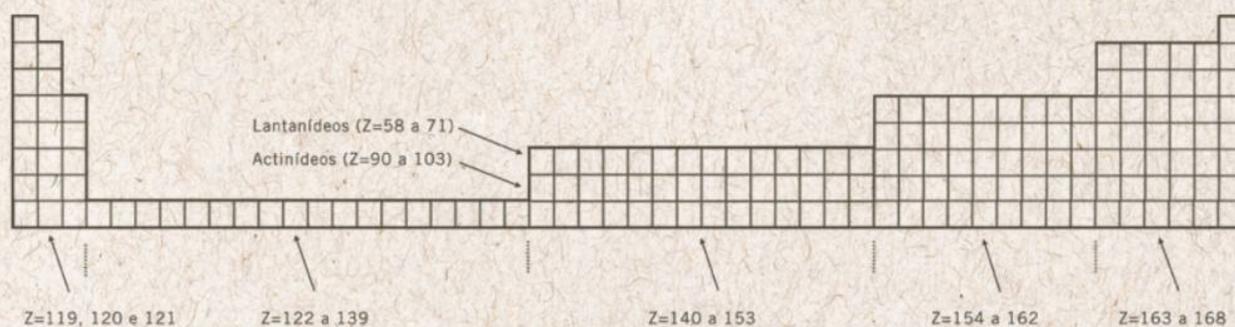
O fato de von Antropoff ter sido militante ativo do nazismo fez com que seu trabalho fosse renegado. No entanto, a partir da década de 1940, o químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994) usou bastante o modelo de von Antropoff em sua obra *General chemistry* (Química geral), posteriormente denominada *The chemical bond* (A ligação química).

SISTEMA PERIÓDICO DOS ELEMENTOS Prof. A. von Antropoff

Figura 3. Modelo de tabela periódica de Andreas von Antropoff (versão de 1938), provavelmente proveniente da antiga Faculdade Nacional de Filosofia, da então Universidade do Brasil (atual UFRJ). Hoje, está em uma das salas de aula do Instituto de Química da UFRJ

SISTEMA PERIÓDICO DOS ELEMENTOS

Figura 4. Versão da tabela periódica de Henry Hubbard, da segunda metade da década de 1940, que ficava na antiga Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil (atual Escola Politécnica da UFRJ). Atualmente, ela está no Instituto de Química da UFRJ



**Evolução importante** Outro exemplo é a tabela do norte-americano Henry Hubbard (1859-1947), do então Escritório Nacional de Padrões (hoje, Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia) e professor da Universidade de Chicago (EUA). Em 1924, ele fez um rearranjo visual da tabela periódica com base no formato concebido por Mendeleiev. Essa tabela foi publicada pela empresa norte-americana de produtos para laboratório Sargent Welch, entre 1926 e 1963, com sucessivas atualizações.

A tabela vista na figura 4 é a versão editada logo após o fim da Segunda Guerra Mundial. Nela, uma curiosidade é a 'lei de formação dos números atômicos dos gases nobres' (canto superior direito):  $Z = 2 (1^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 \dots)$ , ou seja, 2, 10, 18, 36, 54, 86 etc.. O próximo membro da série – não mostrado na tabela – tem  $Z = 118$ .

As tabelas de von Antropoff e de Hubbard mostram que tório, protactínio e urânio eram colocados abaixo do háfnio, tântalo e tungstênio, respectivamente. Por que isso não se verifica na tabela atual (figura 1)? Quando as propriedades dos primeiros elementos transurânicos – aqueles que vêm depois do urânio: netúnio, plutônio, amerício e cúrio – foram determinadas, viu-se que tais elementos eram quimicamente muito semelhantes aos da série lantanídea.

Por isso, em 1946, o químico norte-americano Glenn Seaborg (1912-1999) propôs a existência de uma série análoga à lantanídea, que denominou série actinídea, que tem como primeiro membro o actínio e inclui tório, protactínio e urânio. A proposta de Seaborg, no entanto, não era inédita: em 1928, o engenheiro e empresário francês Charles Janet (1849-1932) previra uma série de elementos análoga à série lantanídea.

A proposição da série actinídea é, talvez, a mais importante evolução da tabela periódica de Mendeleiev ao longo do século passado.

**Mudança à vista?** O que acontecerá quando se ultrapassar o elemento 118?

Se isso ocorrer, inauguraremos, então, o 8º período da tabela periódica, que se iniciará com os elementos 119 e 120 (abaixo de frâncio e rádio, respectivamente). E, se elementos ainda mais pesados forem descobertos, tere-

mos que fazer um novo desdobramento da tabela, para acomodar um conjunto de 18 elementos ( $Z = 122$  a 139). E se um dia forem produzidos átomos de número atômico ainda mais elevado nos aceleradores de partículas, então, passaríamos a um novo grupo de elementos:  $Z = 140$  a 153. Em seguida, viriam os elementos com  $Z$  entre 154 a 162. E, ao completarmos o 8º período, teríamos novos elementos, com  $Z$  de 163 a 168. A figura 5 mostra o local onde seriam inseridos esses novos conjuntos de elementos.

Que consequências isso traz para nós?

Que consequências isso traz para nós? A princípio, nenhuma, pois os últimos elementos sintetizados – 113, 115, 117 e 118 – foram produzidos em ínfimas quantidades (alguns átomos) e desintegram-se rapidamente (em frações de segundo). Entretanto, os superpesados continuam a fascinar cientistas em todo o mundo.

Mas uma coisa é certa: mesmo que estejam distantes de nosso cotidiano, a confirmação do elemento 119 inaugurará uma nova era na tabela periódica. E, nesse caso, mudanças à vista nos livros escolares. **CB**

Mas uma coisa é certa: mesmo que estejam distantes de nosso cotidiano, a confirmação do elemento 119 inaugurará uma nova era na tabela periódica. E, nesse caso, mudanças à vista nos livros escolares. **CB**

## Sugestões para leitura

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. 'Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos'. *Química Nova* v. 20, n. 1, pp. 103-117, 1997.

MAAR, J. H.; LENARDAO, E. J. 'A contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos'. *Scientiae Studia* v. 10, n. 4, pp. 773-798, 2012.

GRAY, T. *Os elementos – uma exploração visual dos átomos conhecidos no universo*. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2011.

## NA INTERNET

Tabela periódica oficial da Iupac (versão 2013, em inglês): <http://bit.ly/1kF5yJU>

A PERDA ABRUPTA  
DE PLANTAS  
NA MATA ATLÂNTICA

# LIMIARES



Embora seja apontada, em âmbito global, como um dos biomas prioritários para conservação, a mata atlântica continua a ter áreas desmatadas e a ser reduzida a fragmentos florestais pequenos e isolados. A perda desse bioma resulta na redução da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos associados. Como agravante, grupos importantes de plantas têm desaparecido de forma abrupta, quando a quantidade de vegetação nativa atinge o chamado 'limiar de extinção'. Determinar esse limiar, em cada caso, é essencial para identificar as áreas críticas e tornar mais eficazes as medidas voltadas para a preservação da mata atlântica.

**Dary Moreira Gonçalves Rigueira**  
**Eduardo Mariano-Neto**

*Núcleo de Pesquisa em Ecologia e Biodiversidade,  
Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biomonitoramento,  
Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia*

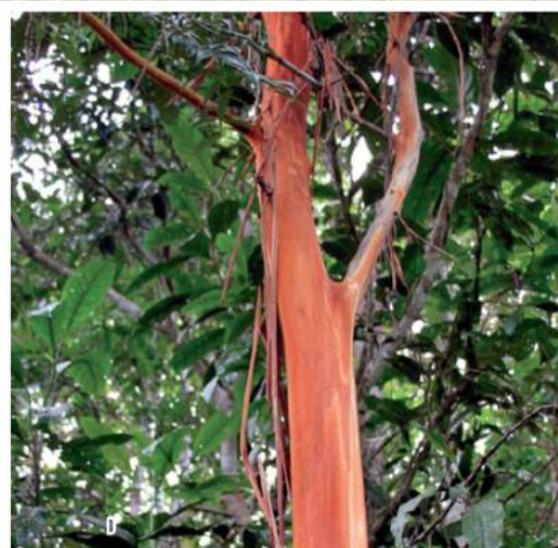
Um dos biomas mais biodiversos e ameaçados da Terra, a mata atlântica ocupava 131,5 milhões de hectares (ha), ao longo de 17 estados brasileiros, e hoje restam apenas cerca de 16,4 milhões de ha, o que equivale a 12,5% de sua extensão original – 1 ha corresponde aproximadamente a um campo de futebol oficial. Essa floresta abriga mais de 20 mil espécies de plantas, quase mil espécies de aves e cerca de 270 espécies de mamíferos, e apresenta elevados níveis de endemismo, ou seja, grande parte dessas espécies só existe nesse bioma (tomando-se apenas as plantas, são cerca de 8 mil espécies endêmicas).

O percentual estimado de 12,5% da cobertura original inclui todos os fragmentos a partir do limite de tamanho de 3 ha. Sabe-se que mais de 80% dessa vegetação remanescente é composta por pequenos fragmentos florestais ou manchas de mata menores que 50 ha, sujeitos a maiores alterações do ecossistema na área de transição entre a mata e as áreas abertas em torno (o chamado efeito de borda). Apesar de sua importância, cerca de 23 mil ha (235 km<sup>2</sup>) de vegetação nativa foram suprimidos nesse bioma somente entre 2011 e 2012.

Diante das perdas crescentes, estudos ecológicos têm sido importantes para subsidiar o manejo adequado de paisagens, integrando o uso e a ocupação do solo com a

FOTOS: CEDIDAS PELOS AUTORES

# DE EXTINÇÃO



manutenção da biodiversidade e serviços ecológicos associados, como polinização, ciclagem de nutrientes, controle de pragas e outros.

**Limiares de extinção** As pesquisas em ecologia que buscam um melhor entendimento da relação entre o desmatamento e a perda de espécies podem proporcionar maior capacidade para prever a ocorrência de extinções locais. Uma importante linha de estudo nessa área envolve os limiares de extinção. Limiares podem ser entendidos como pontos ou zonas de mudança abrupta (ou em curtos intervalos) do estado de uma matéria ou de um sistema, ou seja, mudanças que não obedecem a um padrão linear.

É um conceito bem conhecido na física: são exemplos as mudanças do estado líquido para o gasoso (evaporação) ou de líquido para sólido (solidificação). Mas seu uso é relativamente recente na ecologia, onde vem ajudando, por exemplo, a descrever perdas aceleradas no número de espécies em decorrência da degradação ou redução de ambientes naturais. O ponto em que ocorre essa perda acelerada, geralmente associado à quantidade de vegetação nativa remanescente na paisagem, é chamado de limiar de extinção.

Estudos feitos na mata atlântica da Bahia, publicados recentemente, mostraram a existência de um limiar de

Entre as espécies estudadas para a determinação do limiar de extinção estão as da família *Myrtaceae*, como araçá (A), araçá-branco (B), murta (C) e araçá-vermelho (D), e as da família *Sapotaceae*, como acá-de-leite (E) e bacumixa (F)

extinção, associado à perda de hábitat, para importantes grupos de árvores desse bioma. Isso significa que extinções dessas árvores ocorrem mais rapidamente em paisagens com pouca cobertura florestal, colocando em xeque a manutenção local da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos associados.

As árvores avaliadas na pesquisa pertencem a dois grupos de plantas da mata atlântica, *Myrtaceae*, a família mais diversa de plantas lenhosas desse bioma, fonte de valiosos recursos para a fauna, como frutos e flores (que inclui frutíferas como murta, goiabeiras e araçás), e *Sapotaceae*, família que abrange grandes árvores com madeiras de alta qualidade (como maçarandubas e bacumixas) e que também representa uma fonte importante de recursos para os animais. As amostras de plantas foram coletadas em paisagens – todas com 36 km<sup>2</sup> – com diferentes proporções de remanescentes florestais (variando de 5% até 55%).

Os resultados do estudo indicam que o limiar, para esses grupos de árvores, está em torno de 30% a 40% de florestas nativas nas áreas. Paisagens com percentuais de

>>>

vegetação nativa abaixo desse limiar exibem uma perda acelerada no número de espécies desses grupos vegetais importantes. As análises revelaram que, mesmo em paisagens alteradas pela ação humana, mas com níveis médios de cobertura florestal (por exemplo, com 35% a 55% de florestas), a presença desse ambiente florestal é capaz de manter muito mais espécies do que em paisagens com pouca floresta (por exemplo, de 5% a 20% de mata, abaixo do limiar determinado).

A comparação da riqueza média das espécies de Myrtaceae entre as paisagens com cobertura florestal intermediária (40% a 55% da área) e com pouca floresta (5% a 20% da área) ilustra essa situação: observamos uma diferença de quase sete vezes no número de espécies entre os dois tipos de paisagem! Cabe ressaltar que essa diferença abrupta no número de espécies não resulta da comparação extrema entre paisagens de alta ocupação florestal e degradadas (por exemplo, 90% a 100% de área florestada contra 5% a 15%), e sim da comparação entre paisagens com características semelhantes, onde são desenvolvidas atividades econômicas típicas das zonas rurais, como agricultura e pecuária. A perda, portanto, é desencadeada por uma redução relativamente pequena da vegetação nativa.

A explicação para esse padrão em limiar pode estar nos efeitos sinérgicos da redução de florestas em si (a diminuição das áreas ocupadas por matas nativas na paisagem) e da fragmentação florestal (o aumento do isolamento entre os fragmentos de mata). Esses fatores, somados, impedem a conectividade entre os fragmentos, ou seja, o deslocamento entre eles dos organismos responsáveis pela polinização dos grupos de árvores estudados e pela dispersão de suas sementes, o que reduz a viabilidade das populações presentes nesses ambientes e favorece a ocorrência de limiares que levam às extinções locais.

Como todos os componentes dos ecossistemas (plantas, animais, fungos, micro-organismos etc.), em constan-

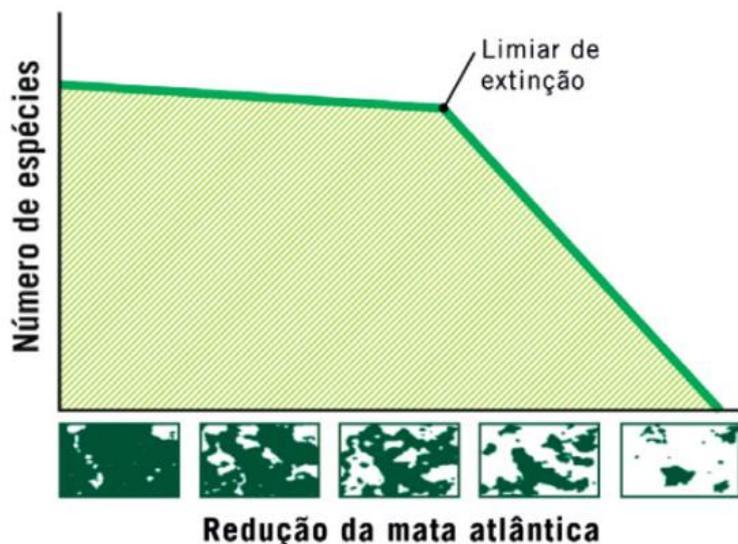
te interação, contribuem para manter a funcionalidade desses ecossistemas e assim garantir sua sustentabilidade, a redução do número de espécies dessas duas famílias vegetais pode significar uma perda substancial na disponibilidade de recursos, em especial para aves, macacos e abelhas, os principais polinizadores e dispersores de sementes dessas árvores no Brasil. Tal situação pode desencadear um processo de cascata de extinções, onde a redução de grupos de plantas que atuam como fonte relevante de recursos para diferentes animais aumenta a probabilidade da redução de diferentes grupos da fauna local – levando a uma queda abrupta da biodiversidade local.

**Gestão de paisagens** A existência de limiares de extinção decorrentes da perda de florestas pode ajudar a definir valores máximos de uso e ocupação do solo, ou valores mínimos de manutenção da vegetação nativa, capazes de manter a biodiversidade localmente. Portanto, a identificação de limiares de extinção para importantes grupos biológicos (a exemplo das árvores) pode ser vista como uma ferramenta prática para a gestão sustentável da mata atlântica e de outros biomas brasileiros.

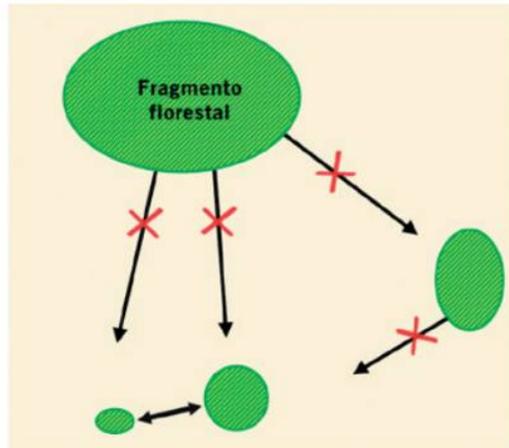
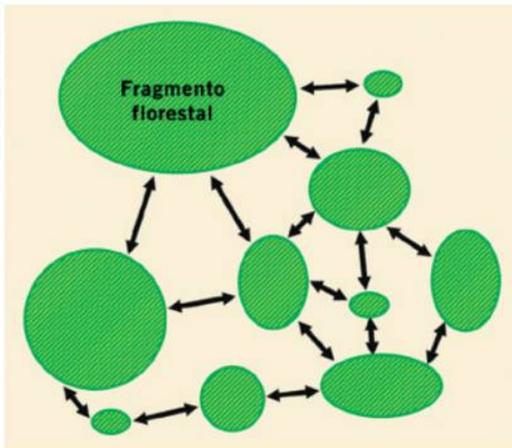
Com os avanços da tecnologia de mapeamento e sensoriamento remoto, identificar a quantidade de florestas remanescentes em diferentes paisagens da mata atlântica não requer atualmente muito conhecimento técnico nem gastos excessivos de dinheiro. Ou seja, é possível identificar, *a priori*, a qualidade ambiental de diferentes paisagens da mata atlântica baseando-se na proporção de remanescentes florestais, sem necessidade de ir a campo para realizar levantamentos extensivos de espécies indicadoras, o que permite reduzir consideravelmente o custo e o tempo necessários para obter essa identificação.

Os resultados que obtivemos em nossas pesquisas, indicando que o limiar de extinção para importantes famílias de árvores da mata atlântica é atingido quando o percentual desse tipo de floresta é reduzido a algo entre 30% e 40% da paisagem, revelam um cenário crítico para a manutenção da biodiversidade do bioma, em especial após a revisão do Código Florestal.

O novo Código Florestal, entre outras questões, tornou possível a junção das Áreas de Preservação Permanente (APP) no cálculo das áreas de Reserva Legal (RL), reduzindo para apenas 20% o percentual de área de floresta a ser preservada legalmente nos imóveis rurais situados na região da mata



A relação entre a proporção de florestas em uma área e a quantidade de espécies vegetais nativas nessas florestas (mostrada em esquema simplificado) permite determinar o limite em que ocorre uma brusca redução do número de espécies, ou seja, o limiar de extinção



Duas situações de paisagens com diferentes quantidades de floresta. À esquerda, paisagem com proporção de florestas superior ao valor do limiar de extinção, garantindo a conectividade (representada pelas setas pretas) entre os fragmentos. À direita, a proporção de florestas é inferior ao valor de limiar de extinção, inviabilizando a conectividade

atlântica. Antes da revisão desse instrumento legal, eram mantidos, em média, cerca de 30% de vegetação nos imóveis rurais, proporção que se aproxima do limiar de extinção determinado para alguns grupos de árvores (por exemplo, Sapotaceae).

Dessa forma, as metas de conservação que constam do novo Código Florestal revelam-se ineficazes para garantir a proteção da mata atlântica, por considerar um valor mínimo de cobertura florestal inexpressivo e insuficiente (apenas 20%). Esse valor pode ser associado a áreas com baixa riqueza de importantes plantas lenhosas (das famílias Myrtaceae e Sapotaceae) e situa-se abaixo dos limiares de extinção observados para esses grupos de plantas.

A cada dia, fica mais claro o estado de emergência em que se encontra a mata atlântica. Várias pesquisas, em diferentes estados do país em que esse bioma está presente, têm apontado para a redução da biodiversidade de forma abrupta, a partir de limiares de extinção. A redução da biodiversidade tem, entre outros efeitos, reflexos diretos no bem-estar humano e na qualidade de vida. Conservar biodiversidade significa manter serviços ecossistêmicos prestados pela natureza. Atmosfera mais limpa e agradável aos pulmões, clima ameno e mais fresco nas ruas de cidades próximas, polinização de flores (possibilitando a formação de frutos, grãos e outros alimentos), redução de deslizamentos de terra e de enchentes são alguns poucos exemplos dos serviços que as florestas preservadas proporcionam.

Como mais de 60% da população brasileira (mais de 112 milhões de pessoas) residem na região correspondente ao bioma mata atlântica, a manutenção nessa parte do país de paisagens com florestas em quantidades acima dos limiares de extinção pode significar a manutenção da qualidade de vida para todos esses habitantes. Garantir os serviços ecossistêmicos ajuda ainda a reduzir gastos financeiros – em moradias situadas em áreas florestadas ou arborizadas, por exemplo, as temperaturas são mais amenas, o que reduz o consumo de eletricidade com aparelhos de ar-condicionado ou ventiladores. Esti-

ma-se que bairros localizados perto de cinturões de florestas apresentam uma redução média de temperatura em torno de 10°C.

O atual modelo desenvolvimentista brasileiro precisa com urgência incorporar o conhecimento científico no planejamento e no processo de tomada de decisão. Não se pode associar o crescimento e expansão econômica de um país ao desmatamento de sua maior riqueza: o verdadeiro 'ouro verde' que são suas florestas. A ideia de que as florestas brasileiras são um empecilho ao desenvolvimento é ultrapassada. É possível gerar crescimento, riqueza e, principalmente, qualidade de vida para todos, humanos e natureza, respeitando os limites de conversão de florestas em áreas de ocupação humana. Garantir a existência de nossas florestas em quantidades saudáveis, definindo e respeitando os limiares de extinção, será um importante passo para alcançarmos o tão falado desenvolvimento sustentável.

## Sugestões para leitura

- PARDINI, R.; BUENO, A. A.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I. e METZGER, J. P. 'Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes', em *PLoS One*, v. 5, 2010.
- RIGUEIRA, D. M. G. 'Limiares ecológicos na economia pós-moderna', em *Ciência Hoje*, v. 48, nº 284, 2011.
- RIGUEIRA, D. M. G.; COUTINHO, S. L.; PINTO-LEITE, C. M.; SARNO, V. L. C.; ESTAVILLO, C.; CAMPOS, S.; DIAS, V. S. e CHASTINET, C. B. A. 'Perda de habitat, leis ambientais e conhecimento científico: proposta de critérios para a avaliação dos pedidos de supressão de vegetação', em *Revista Caititu*, v. 1, nº 1, 2013.
- RIGUEIRA, D. M. G.; DA ROCHA, P. L. B. e MARIANO-NETO, E. 'Forest cover, extinction thresholds and time lags in woody plants (Myrtaceae) in the Brazilian Atlantic Forest: resources for conservation', em *Biodiversity and Conservation*, v. 22, nº12-13, 2013.
- LIMA, M. M. & MARIANO-NETO, E. 'Extinction thresholds for Sapotaceae due to forest cover in Atlantic Forest landscapes' em *Forest Ecology and Management*, v. 312, 2014.

# Gigantes

## *Achados recentes revolucionam o conhecimento sobre os vírus*

Nos últimos 10 anos, descobertas surpreendentes têm levado a drásticas mudanças no conhecimento científico sobre os vírus. A identificação, em vários locais do planeta, dos chamados vírus gigantes está impondo a revisão de muitos conceitos bem estabelecidos no campo da virologia. Até então, acreditava-se que os vírus eram agentes biológicos extremamente pequenos (em sua maioria, cerca de 100 vezes menores que o tamanho médio das bactérias). Sabe-se agora que alguns deles são maiores que muitas bactérias e que seu material genético é mais extenso e complexo do que se imaginava. E o Brasil já participa dessa revolução na virologia: em 2014, foi descrito o Samba, maior vírus já encontrado no país.

**Fernando Bueno Ferreira Fonseca de Fraga**

*Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC)*



# *invisíveis*

O mundo dos micro-organismos, como bactérias e fungos, é tão imperceptível aos nossos olhos que em geral esquecemos que eles existem. Às vezes, no entanto, temos que lidar com os problemas que o contato com alguns deles pode nos trazer. É o caso das manchas na pele e coceiras trazidas por uma micose, da disenteria que aparece repentinamente ou de infecções mais sérias em diversos órgãos. Com os vírus não é diferente: o primeiro assunto que surge quando se fala neles são as doenças que causam, como gripe, sarampo, dengue e muitas outras.

Ao contrário do que muitos pensam, porém, a maioria dos vírus (e também das bactérias e dos fungos) não traz problemas de saúde para os seres humanos. No caso dos vírus, eles estão presentes nos mais diversos lugares do planeta, exercendo importantes papéis ecológicos. Esses pequenos parasitas são estudados há mais de um século, mas na última década os cientistas têm descoberto novidades que trouxeram extraordinárias mudanças para a microbiologia.

Os vírus, de modo geral, apresentam estruturas bastante simples, sendo compostos pelo material que carrega informação genética (DNA ou RNA) envolto em uma estrutura formada por proteínas. Isso os diferencia de outros organismos (denominados celulares), formados por células únicas (como as bactérias) ou pelo agrupamento de células (como plantas e animais).

Eles sempre foram descritos como agentes infecciosos muito pequenos, que seriam menores que qualquer organismo celular. Para se ter uma ideia, para visualizar os vírus os cientistas geralmente usam microscópios com tecnologia avançada – os microscópios eletrô-

ILUSTRAÇÃO LUCIE BALDRE

>>>

nicos, que usam feixes de elétrons e campos magnéticos para produzir ampliações das amostras muito superiores às obtidas em microscópios ópticos. Já as bactérias e os fungos são facilmente visualizados em microscópios mais simples, que utilizam luz e lentes tradicionais.

Essa história, porém, está mudando. Desde que o primeiro vírus gigante foi descoberto, por um grupo de biólogos da Universidade Aix-Marseille (França), liderado por Bernard La Scola, e descrito na revista científica *Science* em 2003, muito do que se sabia sobre esses agentes microscópicos está sendo reavaliado. Vale dizer que esses vírus também são microscópicos, mas são chamados de ‘gigantes’ porque sua estrutura pode ser até 75 vezes maior, em diâmetro, do que alguns dos vírus já descritos (como os do resfriado ou da poliomielite).

Foi esse tamanho exagerado que, em 1992, espantou o microbiologista inglês Timothy Rowbotham e seus colegas ao estudar amostras obtidas de uma torre de resfriamento de um hospital de Bradford, na Inglaterra. Eles encontraram amebas e perceberam que, dentro delas, havia outro ‘organismo’. Diante do grande tamanho do agente, visível em um microscópio tradicional, e do fato de ter reagido a métodos de coloração de amostras apropriados para bactérias, eles o confundiram com um micro-organismo desse tipo, e o chamaram de *Bradfordcoccus*.

Alguns anos depois, a suposta bactéria atraiu o interesse dos pesquisadores franceses, mas estes, ao tentar sua reprodução, com técnicas rotineiras em bacteriologia, não tiveram sucesso. Intrigados, investigaram outras características do *Bradfordcoccus* e notaram que, além de apresentar o aspecto estrutural de um vírus, ele dependia das células de um hospedeiro para se multiplicar. Assim, quase por acaso, foi identificado o primeiro vírus gigante, chamado de *Mimivirus*. Logo de início, essa des-

coberta derrubou a noção de que os vírus – por causa do tamanho diminuto – não poderiam ser vistos com um microscópio óptico.

Outro conceito repensado a partir da descoberta dos vírus gigantes é o de que esse tipo de ente biológico sempre poderia ser separado dos micro-organismos (como as bactérias) pela aplicação de técnicas de filtragem, já que eram considerados muito menores. Diversos aspectos do uso de técnicas de filtragem em virologia vêm sendo discutidos há bastante tempo, mas para entendermos a importância dessas técnicas no desenvolvimento desse campo científico é preciso voltar mais de 100 anos na história, à época da descoberta do primeiro vírus.

**Extrair, filtrar, infectar** Foi com essas três técnicas que os cientistas, no final do século 19, começaram a desvendar a causa de uma doença misteriosa que atacava as plantações de tabaco. O botânico russo Dmitry I. Ivanovsky (1864-1920) percebeu, em 1892, que o agente causador da doença devia ser demasiadamente pequeno, menor que os micróbios até então conhecidos. Para chegar a essa conclusão, ele fez um extrato com folhas de plantas de tabaco doentes, passou-o por um filtro capaz de reter bactérias, fungos e outros micróbios, reinjetou o extrato (livre de micróbios) em plantas saudáveis e observou que, ainda assim, elas apresentaram sintomas da doença.

Seis anos depois, em 1899, o microbiologista holandês Martinus Beijerinck (1851-1931) fez experimentos similares de filtração e reinfecção com o extrato obtido das folhas doentes de tabaco e concluiu que a doença era causada por um “fluido vivo contagioso”, ao qual denominou ‘virus’. Beijerinck também descobriu que esse agente infeccioso precisava das folhas da planta para se multiplicar. Sabe-se atualmente que a causa misteriosa

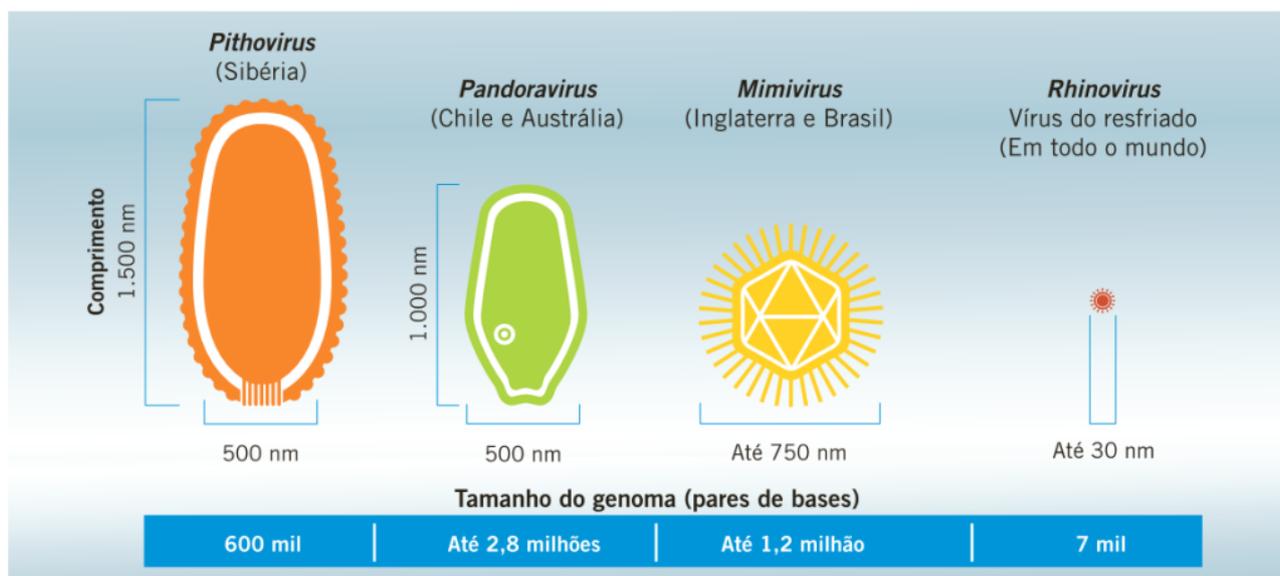


Figura 1. Comparação, entre alguns vírus gigantes e um vírus comum, do tamanho da partícula viral e de seu genoma (o nanômetro é a milionésima parte do milímetro e os pares de bases são as unidades básicas do material genético, seja DNA ou RNA)

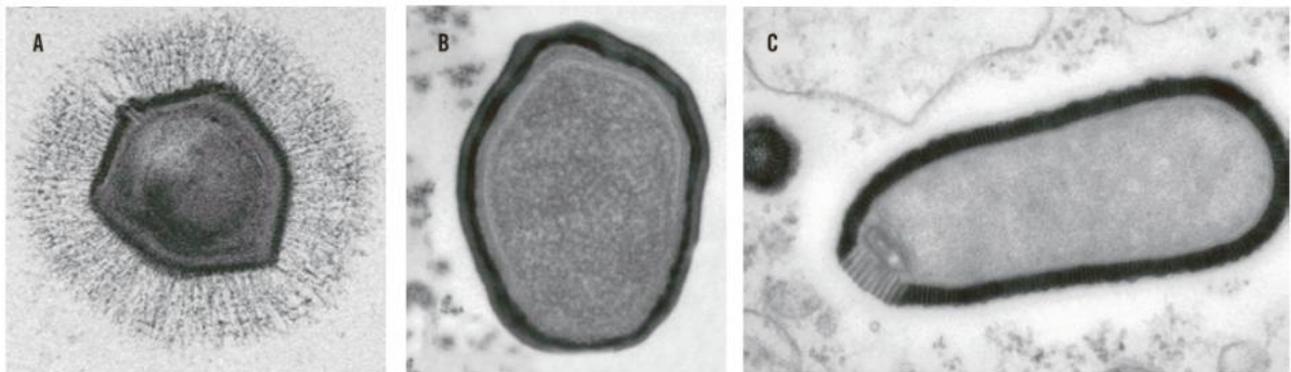


Figura 2. Microfotografias dos três tipos conhecidos de vírus gigantes: *Mimivirus* (A), *Pandoravirus* (B) e *Pithovirus* (C)

da doença que intrigou os cientistas do século 19 era de fato um vírus: o vírus do mosaico do tabaco, um dos mais estudados até hoje.

**Quem procura, acha** Hoje, com a descoberta dos vírus gigantes e o estudo de suas características, os conceitos dos próprios pesquisadores sobre os métodos usados para coletar novos vírus se alteraram drasticamente. Se essa procura, antes, era dirigida aos vírus que têm como hospedeiros humanos, outros animais e plantas, foi preciso mudar o foco para achar os vírus gigantes.

Ao perceber que o primeiro vírus gigante encontrado tinha uma ameba como hospedeiro, os cientistas decidiram fazer coletas em regiões com grande ocorrência de amebas do gênero *Acanthamoeba*, que, possivelmente, teriam esses parasitas em seu interior. Essa estratégia levou a dois novos vírus gigantes, em ambientes bastante distintos. O *Pandoravirus salinus* foi encontrado no mar, na costa do Chile. Já o *Pandoravirus dulcis* veio de uma amostra de água doce da Austrália.

Segundo o estudo publicado em 2013 na revista *Science*, os achados recentes são muito diferentes de todos os vírus conhecidos. Além do grande tamanho (em relação aos vírus antes conhecidos) e do fato de serem visíveis ao microscópio óptico, a quantidade de material genético (no caso, DNA) que carregam pode ser até duas vezes maior do que se imaginava possível para um vírus (figura 1). Por isso, os vírus gigantes tiveram que ser classificados em um novo grupo, que recebeu o nome de *Pandoravirus*.

Embora a descoberta desses agentes biológicos seja muito recente, o mundo dos vírus gigantes já conta com novos integrantes. Um exemplo é a descoberta publicada em março de 2014 na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS, v. 111, n° 11), que poderia facilmente inspirar o enredo de um livro ou filme de ficção científica. O artigo, escrito por pesquisadores franceses (do mesmo grupo citado antes) revela em detalhe a descoberta de um vírus gigante que, embora congelado há mais de 30 mil anos, voltou a se multiplicar em laboratório. Batizado como *Pithovirus sibericum*, ele foi encontrado em amostras coletadas a 30 m de profundidade

no *permafrost* (mistura de terra, gelo e rochas permanentemente congelados) na região da Sibéria e é considerado o mais antigo vírus conhecido capaz de infectar células de eucariontes (organismos que apresentam núcleos isolados em suas células).

O vírus do *permafrost* infecta apenas amebas. Nos estudos em laboratório, os cientistas usaram amebas da espécie *Acanthamoeba castellanii* para obter a proliferação do vírus, determinar suas principais características e sugerir que o *P. sibericum* pertence a um grupo singular de vírus gigantes. Observou-se que, embora sua estrutura física seja maior que a dos *Pandoravirus*, seu material genético sugere que ele é mais similar aos primeiros vírus gigantes descritos (*Mimivirus*).

Embora o vírus descoberto na Sibéria tenha como hospedeiro as amebas, os cientistas não descartam a possibilidade de que outros vírus, capazes de provocar doenças em humanos, estejam preservados, por congelamento, em regiões como a Sibéria e outras. Portanto, o intenso derretimento de áreas do *permafrost* e de outras, devido ao aquecimento global, pode trazer ameaças à nossa espécie.

**Nos rios da Amazônia** A ocorrência de vírus gigantes em diferentes países, como França, Inglaterra, Tunísia e Chile, permitia imaginar que o Brasil, em razão de sua biodiversidade, era forte candidato a entrar nessa lista. E foi exatamente das águas da região amazônica, um dos locais de maior diversidade biológica do mundo, que surgiu o maior vírus já encontrado no país. Esse agente, com diâmetro 12 vezes maior que o do vírus da dengue, também tem amebas como hospedeiras e ganhou um nome bem brasileiro: Samba vírus (SMBV).

A expedição para coleta das amostras foi liderada pelo Grupo de Estudo e Prospecção de Vírus Gigantes (GEPViG), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), liderado pelo virologista Jônatas S. Abrahão. A descrição do vírus foi feita, em parceria com o grupo de La Scola, em maio de 2014, na revista científica *Virology Journal*. Análises das características genéticas e do ciclo de infecção do Samba (figura 2) indicam que

&gt;&gt;&gt;

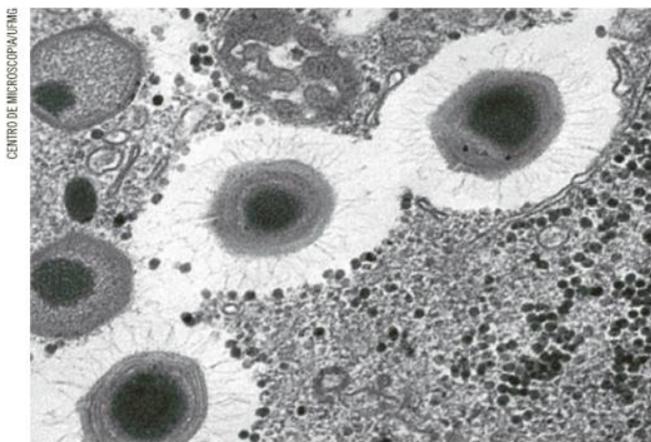


Figura 3. O estudo do vírus Samba mostrou que ele é infectado por vírus menores, chamados de virófagos (na fotomicrografia, são as partículas escuras, em torno dos exemplares do vírus gigante)

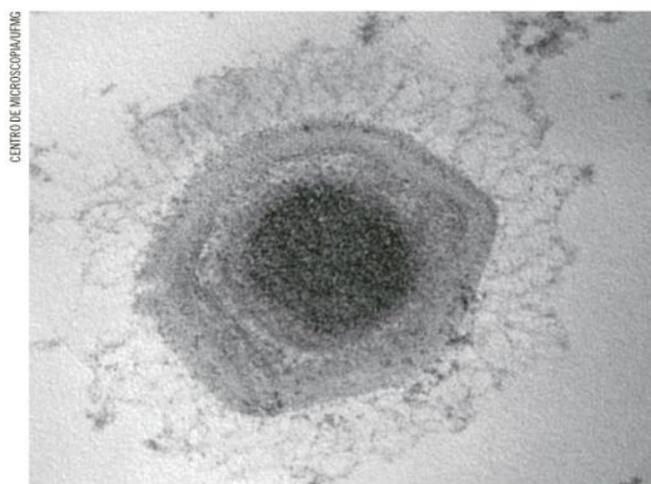


Figura 4. O vírus Samba, encontrado em amebas no rio Negro, no Amazonas, é o representante brasileiro no grupo dos vírus gigantes

ele é bastante relacionado com o grupo ao qual pertence o primeiro vírus gigante, encontrado na Inglaterra. Mas as descobertas brasileiras não pararam por aí.

**Vírus que infecta vírus** Já se sabia que os vírus podem infectar e parasitar diversos organismos, como plantas e animais, e existem inclusive vírus que infectam bactérias, os bacteriófagos, descobertos pelo microbiólogo franco-canadense Félix d'Herelle (1873-1949) no Instituto Pasteur (França). Mas vírus podem parasitar outros vírus? Esse fenômeno foi comprovado com os vírus gigantes. Vírus menores que infectam vírus gigantes são chamados de virófagos, embora alguns virologistas acreditem que eles não deveriam receber uma denominação diferenciada apenas por infectar vírus gigantes.

No Brasil, durante os estudos sobre como o Samba infecta e mata as amebas, os pesquisadores perceberam que, a exemplo de outros vírus gigantes, ele não

estava sozinho. Eles observaram que o Samba, após ser englobado pela ameba, mescla seu DNA ao da hospedeira para formar o que os virologistas chamam de 'fábrica viral', onde são feitas muitas cópias do vírus. A morte da ameba, causada pela infecção, libera as cópias do vírus no ambiente, onde poderão infectar outras hospedeiras.

Ao analisar esse processo de infecção, os pesquisadores notaram a presença de pequenas partículas ao redor da fábrica viral do Samba e então perceberam que se tratava de um virófago, que usa o mecanismo de replicação do vírus gigante para sua própria multiplicação (figura 3). O nome escolhido para o virófago (vírus Rio Negro, ou RNV) faz referência ao local onde tanto ele quanto o Samba (figura 4) foram descobertos: nas águas do rio Negro, perto de Manaus (AM). Os cientistas acreditam que esse virófago interfere na capacidade do Samba de infectar e destruir amebas e, assim, controla a população desse vírus gigante. Portanto, exerce um papel ecológico muito importante, evitando a devastação das amebas por uma infecção sem controle do vírus gigante.

O estudo dos vírus gigantes vem, sem dúvida, causando uma reviravolta na microbiologia. Além do tamanho, maior que o de algumas bactérias, esses vírus carregam grande quantidade de informações em seu material genético, o que pode incluir genes geralmente encontrados em seres celulares. Somente o estudo detalhado dessas informações permitirá entender como evoluíram esses vírus e como eles se relacionam com os organismos hospedeiros. Além disso, a presença dos vírus gigantes em vários locais do planeta, com diferentes condições ambientais, permite imaginar que desempenham diferentes papéis ecológicos, outra importante área de estudo. 

## Sugestões para leitura

- ABRAHÃO, J. S. e outros. 'Acanthamoeba polyphaga mimivirus and other giant viruses: an open field to outstanding discoveries', em *Virology Journal* v. 11, p. 120, 2014.
- ABRAHÃO, J. S., LA SCOLA, B. e outros. 'Samba virus: a novel mimivirus from a giant rain forest, the Brazilian Amazon', em *Virology Journal*, v. 11, p. 95, 2014 (disponível em <http://www.virologyj.com/content/11/1/95>).
- BEN-BARAK, I. *Pequenas maravilhas: como os micróbios governam o mundo*. Rio de Janeiro, Zahar, 2012.
- LA SCOLA, B. e outros. 'A giant virus in amoebae', em *Science*, v. 299 (5.615), p. 2033, 2003.
- UJVARI, S. C. *A história da humanidade contada pelos vírus*. São Paulo, Contexto, 2008.



FOTO: CICERO RODRIGUES

*A figura típica do emigrado surgiu com a revolução francesa e caracterizou os que a ela se opuseram*

Se hoje é possível separar conceitualmente exílio e emigração, considerando o primeiro como imposto e o segundo como desejado, nem sempre, no passado, tal distinção apresentou-se com clareza. Entre o final do século 18 e o início do 19, as fronteiras entre um e outro fenômeno eram particularmente imprecisas, acompanhando, nesse sentido, a imprevisibilidade e a convulsão características da época. Um tempo – como definiu o inglês Charles Dickens (1812-1870) no parágrafo inicial de seu romance *Um conto de duas cidades* – privilegiado pela quantidade de mudanças que carregava e execrável pelas atrocidades cometidas, no qual as transformações se faziam com rapidez até então inédita, o mapa da Europa sendo incessantemente redesenhado em função do desaparecimento de antigos países e da irrupção de novos.

A Europa das Luzes foi marcada pelo ideal do cosmopolitismo, que pressupunha, por sua vez, a ideia de uma unidade intrínseca aos diferentes povos europeus e o culto à mobilidade. Foi então que se generalizou a prática da viagem como pedagogia e elemento formativo, sobretudo entre as elites cultas e enriquecidas, capazes de se reconhecerem nas elites de outros países.

Vittorio Alfieri (1749-1803), membro da alta nobreza do Piemonte, patriota italiano antes mesmo da existência da Itália e um dos mestres de sua literatura, passou boa parte da mocidade viajando e só deixou de lado a língua francesa, falada no cotidiano da corte de Turim, quando se viu tomado de horror pelo governo rotineiro, carola e absolutista do seu reino – o da Sardenha, cuja parte mais importante eram os domínios piemonteses. Alfieri se impôs, então, o estudo aprofundado e obsessivo da língua italiana e se autoexilou em Florença, considerada a pátria linguística da Itália. Vittorio Alfieri é uma espécie de tipo ideal do que significavam o exílio e a emigração no ocaso do chamado Antigo Regime, bem como das contradições que envolviam o indivíduo cosmopolita que, aos poucos, ia vendo

a pátria de origem já sob as cores da nação moderna.

Tanto o exílio quanto a emigração se definiram no contexto do estado nacional. Até o século 18, era de banimento e de degredo que se tratava quando a questão era mandar para longe elementos indesejáveis: os ladrões de colmeias, os bígamos, os sodomitas, os visionários e também os assassinos cruéis. Degredados, como se sabe, constituíram importantes contingentes humanos no processo de colonização de áreas novas: os portugueses os enviaram para as possessões ultramarinas de seu império, da América a Goa, e o mesmo fizeram, ou cogitaram fazer, os holandeses às voltas com a ocupação do Nordeste brasileiro ao proporem que se esvaziassem as prisões de Amsterdã e se enchessem os navios destinados a Pernambuco.

A Revolução Francesa, em 1789, abriu na Europa uma era de exílios. Quando ainda estava em curso e começava a mostrar sua face verdadeira, os próprios monarcas, Luís XIV e Maria Antonieta, tentaram fugir (em junho de 1791) para se juntar aos ‘emigrados’ – como então se dizia – que se avolumavam nos países vizinhos à França desde os dias subsequentes à tomada da Bastilha. François de Chateaubriand (1768-1848), grande vulto das letras francesas; Madame de Staël (1766-1817), uma das criadoras do romance; os dois irmãos de Luís XVI, o conde da Provença (1755-1824) – futuro Luís XVIII – e o conde de Artois (1757-1836) – futuro Carlos X – foram todos emigrados.

Obrigado a deixar a França sob o governo de Napoleão III, o escritor Victor Hugo (1802-1885) considerou que as revoluções provocavam emigrações, ao passo que as restaurações provocavam proscricões. A figura típica do emigrado surgiu com a revolução francesa e caracterizou os que a ela se opuseram. A do proscrito tinha significado oposto, qualificando os que se batiam contra os regimes absolutos ou contra as tentativas de autoritarismo político ocorridas ao longo do século 19. **EH**

#### LAURA DE MELLO E SOUZA

Departamento de História,  
Universidade de Paris 4  
– Sorbonne  
Membro da Academia  
Brasileira de Ciências

# SOBRE AGROTÓXICOS E SAÚDE MENTAL

PESQUISA ASSOCIA USO DE VENENOS AGRÍCOLAS A TRANSTORNOS MENTAIS NO INTERIOR PAULISTA

A região de Atibaia, no interior paulista, destaca-se pela produção de morangos e hortaliças. Mas o município se destaca também pelos elevados índices de transtornos mentais em seus moradores – fato que, muito provavelmente, está relacionado à intoxicação por venenos agrícolas. A conclusão é do psicólogo Paulo Junior Paz de Lima. Ele estudou o assunto durante seu doutorado, defendido no segundo semestre do ano passado na Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Trabalhadores aplicam agrotóxicos enquanto o excedente escorre em direção a um dos rios da região

O pesquisador entrevistou 355 pessoas, entre os meses de abril e julho de 2014. Mas como, afinal, se avalia a saúde mental de uma população qualquer? Psicólogos usam um questionário chamado SRQ-20 (sigla para *Self Reporting Questionnaire*). É uma metodologia norte-americana que, já validada e aceita internacionalmente, lança aos entrevistados uma série de perguntas: Você tem dores de cabeça frequentes? Falta de apetite? Dorme mal? Você se assusta com facilidade? Tem tremores nas mãos? Nervosismo? Má digestão? Tem dificuldades para pensar com clareza? Tem se sentido triste ultimamente? Costuma chorar? E por aí vai...

“Esse questionário nos permite, após uma cuidadosa análise estatística, estabelecer um diagnóstico da saúde mental de uma determinada amostra de população”, explica Paz de Lima. As questões são estratégicas. Estudadas em conjunto, podem indicar a ocorrência dos chamados transtornos mentais comuns, também chamados pela sua sigla TMC, ou distúrbios psiquiátricos menores – são caracterizados por sintomas como insônia, fadiga, irritabilidade, esquecimento, dificuldade de concentração.

Resultado: na população de Atibaia, 23,4% dos entrevistados são acometidos por transtornos mentais. “Esse dado é ainda mais preocupante quando avaliamos a faixa etária dos 20 aos 40 anos: nesse grupo, tais problemas foram identificados em 55,4% da população”, constata o pesquisador da Unicamp.

Esse número extrapola a estimativa da Organização Mundial da Saúde para o Brasil, mesmo sendo o país, na América Latina, com maior prevalência de transtornos mentais da população adulta (entre 15 e 59 anos de idade): 23 milhões de pessoas (11,2%) sofrem com esses distúrbios, sendo 5 milhões (2,4%) em nível moderado a grave.

FOTOS PAULO JUNIOR PAZ DE LIMA



No grupo entrevistado por Paz de Lima, muitos dos moradores acometidos por transtornos mentais não exerciam, naquele momento, nenhuma atividade agrícola diretamente relacionada ao uso de agrotóxicos. No entanto, entre esses respondedores, 255 (72,2%) relataram já terem trabalhado na lavoura em algum momento da vida.

A mera aplicação de questionários pode parecer insuficiente para se avaliar a saúde mental de uma população qualquer. Mas Paz de Lima garante que a metodologia, validada internacionalmente, de fato reforça dados já apontados há tempos pela literatura científica. “Em 1999, pesquisadores estabeleceram associação entre intoxicação aguda por agrotóxicos e transtornos mentais entre trabalhadores rurais em municípios de Serra Gaúcha (RS); também em 2004 foi verificada a associação entre intoxicação por agroquímicos e queixas de nervosismo, irritabilidade, insônia e depressão em profissionais de saúde de área rural de Nova Friburgo (RJ)”, contextualiza o psicólogo. “Em Lagarto (SE), pesquisadores constataram melhor aspecto de saúde mental entre os trabalhadores rurais que não usavam agrotóxicos em relação aos que usavam.”

A elevada incidência de casos de suicídio também tem preocupado os pesquisadores do ramo. A intoxicação por agrotóxicos é classicamente associada a problemas de depressão – que podem levar, não raramente, agricultores a atos suicidas. O tema é explorado pelo artigo ‘Incidência de suicídios e uso de agrotóxicos por trabalhadores rurais em Luz (MG), Brasil’, publicado na *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, em 2007, pela química Ione Lamounier Camargos Resende, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco.

As preocupações apresentadas por Paz de Lima também encontram embasamento no artigo ‘Presença de transtornos mentais comuns e do uso



Trabalhador rural aplica agrotóxicos sem proteção

de agrotóxicos no município de Monte Belo do Sul-RS: um estudo exploratório’, da farmacêutica Laís Pancotto, apresentado em 2013 no programa de especialização em saúde pública da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Diversos outros trabalhos parecem confirmar que a associação entre agrotóxicos e saúde mental é mais grave do que se imagina. É o caso do artigo ‘Agrotóxicos: a semente plantada no corpo e na mente dos trabalhadores rurais’, publicado em 2013 no periódico *Psicologia em revista* pelo psicólogo José Newton Garcia

de Araújo, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Além da maior prevalência de transtornos mentais no campo, Paz de Lima destaca que é menor a oferta de serviços de saúde mental em áreas rurais do que nas urbanas. “É provável que a ausência de programas de tratamento e prevenção de saúde mental no campo contribuam para uma maior taxa de TMC na população que não vive nas cidades.”

**TABU** Quando o assunto é intoxicação por agrotóxicos, é sempre controverso tentar estabelecer relações causais.



FOTOS PAULO JUNIOR PAZ DE LIMA

Agricultor usa liquidificador de cozinha para bater água com açúcar e misturá-la com agrotóxico. É uma 'receita caseira' que, acreditam alguns produtores, pode melhorar a eficiência de certos produtos

“Por um lado, não podemos falar em causa e efeito”, pondera Paz de Lima. “Mas, por outro, constatamos que, entre as pessoas que já foram intoxicadas no passado, a chance de apresentar um transtorno mental é de 2,5 vezes maior. Quando estratificada a amostra por cor/etnia e sexo, a chance de ter TMC é 4,4 vezes maior entre não brancos (pretos e pardos) e 5,5 entre os homens que relataram ter sofrido intoxicação por agrotóxico no processo de trabalho.” Vale lembrar que, no mundo, é bastante extensa a literatura científica sobre as relações entre intoxicação por agrotóxicos e saúde mental.

É comum imaginar que os problemas provocados pelo contato com os agrotóxicos sejam mais frequentes nos trabalhadores rurais – que lidam diretamente com tais produtos. Mas Paz de Lima notou algo instigante. “Nossos dados mostram que mesmo a população de trabalhadores de outros setores, que vivem no entorno das plantações, é afetada por problemas de intoxicação.”

“Dos nossos entrevistados, 18,9% relataram ter algum tipo de conta-

to ou exposição aos agrotóxicos; e 25,5% mencionaram morar próximo a plantações, sentir o cheiro dos venenos durante as aplicações ou, por exemplo, lavar roupas usadas durante a aplicação desses produtos”, detalha Paz de Lima. Outro ponto digno de nota: 81,9% dos acometidos por transtornos mentais eram mulheres.

O trabalho de Paz de Lima parece reforçar uma antiga preocupação: a de que os efeitos perversos dos agrotóxicos – tanto sobre o ambiente quanto sobre a saúde humana – transcendem as fronteiras das propriedades rurais. De fato, um caso que aconteceu em 2013 chamou a atenção do país. Em Rio Verde (GO), um avião agrícola pulverizava uma lavoura quando, por algum erro, despejou inseticida sobre uma escola. Trinta e sete crianças foram parar no hospital com dor de cabeça, falta de ar, vômito e náusea. Estavam intoxicadas. E o acidente não foi um caso isolado. Eventos semelhantes já foram registrados em Mato Grosso e em Mato Grosso do Sul.

“O adoecimento psíquico é um dos grandes problemas enfrentados na

atualidade, comprometendo a saúde das populações e representando elevado ônus para a saúde pública”, escreve o educador físico Saulo Vasconcelos Rocha, do Departamento de Saúde da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Uesb), em seu artigo ‘Prevalência de transtornos mentais comuns entre residentes em áreas urbanas de Feira de Santana, Bahia’, publicado na *Revista Brasileira de Epidemiologia* (v. 13, nº, 2010). “Os dados sobre a situação de saúde mental em grupos populacionais ainda são escassos, resultando em carência de informações sobre os indicadores de morbidade psíquica.”

Em 2009, o Ministério da Saúde registrou no Brasil 171 mortes e 5.253 casos de intoxicação por venenos de uso agrícola. “Mas não é fácil estudar esse assunto”, conta Paz de Lima. “Há muitos entraves, e falar sobre agrotóxicos, no meio rural, ainda é tabu.”

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE

# APROVEITAMENTO TOTAL

RESÍDUOS DE FRUTAS, RICOS EM FIBRAS E NUTRIENTES, PODEM SER USADOS PARA GERAR NOVOS PRODUTOS

Com a consciência da escassez e finitude dos recursos, o lema de 'aproveitar um produto ao máximo' ganha cada vez mais força. E as indústrias que apostarem nessa conduta podem se dar bem. Estudos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) mostram que a utilização de resíduos normalmente descartados de frutos, como sementes e cascas, tem potencial para gerar lucros.

Com alto teor de fibras, pectinas e proteínas, entre outros compostos, os restos de frutas descartados podem ter grande utilidade na produção de alimentos e cosméticos. Em uma parceria público-privada, a indústria Extrair Óleos Naturais, criada por pesquisadores da Embrapa e um empreendedor privado, usa resíduos do processamento de polpas de frutas para produzir biscoitos, sabonetes, cremes hidratantes, rações animais e outros produtos de grande valor nutricional e cosmético.

FOTO SOPHIA PEREIRA

Um dos exemplos de reaproveitamento é o maracujá. "A semente desse fruto, quando prensada, gera um óleo nobre e um farelo rico em proteína", explica o engenheiro agrônomo Sergio Cenci, coordenador do projeto e pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro. "Sua casca é rica em pectina e fibras que auxiliam a digestão", completa o pesquisador.

Ele observa que o ideal seria transformar o uso de resíduos em um processo automático e contínuo dentro das indústrias de polpa e sucos, com equipamentos acoplados às linhas de processo utilizadas atualmente, para um melhor aproveitamento. "É importante que os resíduos de alimentos sejam processados o mais rápido possível, pois eles fermentam com o tempo e estragam."

Alguns dos produtos fabricados pela Extrair Óleos Naturais já foram exportados para países como Inglaterra, Japão e Estados Unidos, e podem gerar um retorno financeiro maior até do que a comercialização do suco da fruta.

Outra pesquisa da Embrapa, em parceria com a Universidade Fe-

deral do Rio de Janeiro (UFRJ), tem resultado no desenvolvimento de produtos de altos valores nutricionais e funcionais, como barras de cereais e bebidas probióticas, a partir do extrato do bagaço de uva. Segundo a coordenadora do projeto, a engenheira química Lourdes Cabral, chefe-geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos, o resíduo dessa fruta também pode ser empregado como agente inibidor de corrosão pela indústria metalúrgica, devido à sua alta capacidade antioxidante. "Não há resíduo que não possa ser aproveitado", afirma Cenci. "Resíduos do café, goiaba e pêssego são alguns exemplos que poderiam gerar bons produtos."

**MENOS DANOS AMBIENTAIS** Apesar dos bons resultados desses empreendimentos, o aproveitamento de resíduos ainda está longe de ser realidade no Brasil. Segundo estimativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), são geradas por ano cerca de 250 mil toneladas de resíduos de maracujá e uva que vão direto para o lixo, podendo gerar danos ambientais.

"Se descartados diretamente no ambiente, os resíduos se tornam, na maioria dos casos, agentes poluentes, por apresentar alta carga orgânica", explica Cabral.

Para evitar esse problema, a Embrapa aposta em uma aproximação com o setor privado. "Acredito que o aproveitamento de resíduos seja uma tendência no Brasil", afirma Cenci. "É um trabalho contínuo, de melhorar a produção e desenvolver novas tecnologias. Algumas indústrias já estão acoplando equipamentos para explorar esse recurso, que seria outro negócio dentro da empresa, com enorme potencial", completa o pesquisador.

LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ



# ADMIRÁVEIS URNAS NOVAS

MORADORES DE COMUNIDADE RURAL ENCONTRAM URNAS FUNERÁRIAS DE ORIGEM INDÍGENA NO AMAZONAS QUE APRESENTAM FORMAS HUMANAS

Os moradores de uma comunidade na zona rural do município de Tefé (AM), a 523 quilômetros de Manaus, tiveram uma surpresa ao entrar em contato com a história do local onde moram. Durante a construção de uma escola na região, foi encontrado um conjunto de urnas funerárias antropomorfas indígenas no subsolo, que foram batizadas de “admiráveis urnas novas”.

Logo após a descoberta, os objetos foram entregues ao Laboratório de Arqueologia do Instituto Mamirauá, que iniciou uma série de análises para estudar o passado da região do rio médio Solimões. Segundo a arqueó-

loga do instituto Jaqueline Belletti, que também é pesquisadora do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo e participou da pesquisa, esses achados muito têm a dizer sobre a cultura dos povos que ali viveram.

“As urnas encontradas em Tefé são de extrema importância porque revelam o comportamento funerário das populações ameríndias da região”, afirma Belletti. “Sabe-se que eles tinham o costume de sepultar ou cremar os corpos, mas queremos compreender minuciosamente como ocorriam esses ritos.”

A arqueóloga explica que o conjunto de vestígios de cerâmica pré-colonial encontrados em região demarcada desde os afluentes do Alto Amazonas até o começo do baixo Amazonas e o rio Madeira é conhecido como Tradição Polícroma da Amazônia. Uma das características dessa tradição é a presença de urnas funerárias antropomorfas (com figuras humanas) e o uso de policromia como aspecto decorativo, sobretudo o uso de pintura vermelha e preta sobre uma pasta branca de argila diluída.

Apesar de já terem sido encontrados outros conjuntos arqueológicos

Urnas funerárias antropomorfas encontradas em Tefé, no Amazonas, com características humanas, como braços, pernas e rostos. As urnas têm de 40 a 45 cm de altura



FOTO: ERENDIRA OLIVEIRA/USM

em regiões do Amapá e no Pará e em alguns trechos da floresta amazônica fora do Brasil, como no Equador e no Peru, Belletti afirma que há uma singularidade nas urnas antropomorfas de Tefé. “Normalmente, elas contêm restos ósseos resultantes da cremação dos corpos. No entanto, uma das urnas encontradas guardava alguns ossos inteiros”, diz.

Segundo a arqueóloga, a forma também é uma característica singular nos achados arqueológicos, já que todas as urnas achadas em Tefé estão colocadas sobre bancos de cerâmica. “Isso pode sugerir que os corpos pertencessem a figuras de prestígio dentro dos grupos”, explica. “Além disso, no caso de Tefé, existe um padrão específico de deposição, já que as urnas estavam deitadas.”

As análises ainda não permitem relacionar as peças a um grupo indígena específico, já que havia uma imensa diversidade étnica no local. “Alguns pesquisadores acreditam que materiais desse tipo podem estar associados a grupos falantes de línguas do tronco tupi”, afirma Belletti.

O que já se sabe é que algumas urnas datam dos anos 1400 e outras de 1600. A técnica usada no laboratório para determinar esses dados foi a datação por carbono 14, que avalia a idade da matéria orgânica depositada nos achados arqueológicos.

Agora, os arqueólogos querem avaliar a composição morfológica e a representação dos elementos antropomorfos presentes nas urnas antes de serem expostas ao público. “Estamos analisando elementos específicos representados na superfície dos objetos, como a tinta e os desenhos encontrados”, diz a arqueóloga. “Embora seja um estudo demorado, estamos otimistas quanto aos resultados.”

VALENTINA LEITEI | CIÊNCIA HOJE | RJ

# PLC À BRASILEIRA

TECNOLOGIA *POWER LINE COMMUNICATION* (PLC), AGORA COM VERSÃO NACIONAL, PERMITE ACESSO À INTERNET POR MEIO DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA

Informação digital que viaja nos cabos de energia elétrica: assim funciona o sistema de telecomunicações *Power Line Communication* (PLC). Já dominada por alguns países, como Estados Unidos, Espanha, França e Japão, a tecnologia PLC agora tem uma versão brasileira. A tecnologia foi desenvolvida no Laboratório de Comunicações (LCom) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), e contou com a colaboração de mais de 70 pesquisadores do Brasil e do exterior.

A tecnologia PLC é maleável e flexível, e suas possibilidades de aplicação se desdobram em diversas áreas: desde medição inteligente para concessionárias de energia elétrica até a possibilidade de fornecer acesso à internet em lugares remotos e inacessíveis, aproveitando para isso a infraestrutura de distribuição de eletricidade. É essa, aliás, uma das grandes vantagens dessa tecnologia.

“Ao permitir que uma pessoa acesse a internet usando a rede de energia elétrica, dispensa-se a necessidade de uma nova infraestrutura dedicada exclusivamente à transmissão de dados”, comenta o engenheiro Moisés Vidal Ribeiro, da UFJF, líder do grupo responsável pelo desenvolvimento da tecnologia PLC brasileira. “Isso é muito interessante, já que, com o programa Luz Para Todos, a maioria da população brasileira agora tem energia elétrica; assim, essa mesma infraestrutura poderá ser aproveitada para disponibilizar também internet aos beneficiados pelo programa.”

**INTERNET PARA TODOS** “A PLC barateia os custos do acesso à internet e, conseqüentemente, proporciona o atendimento de comunidades que ainda não são contempladas pelas operadoras de telecomunicações”, diz Ribeiro. Agora, a equipe trabalha no patenteamento da tecnologia. Em seguida, será iniciada a fase de comercialização. A previsão é que já esteja disponível em meados de 2016.

A implantação passará, primeiramente, por um piloto desenvolvido para atender medição inteligente de concessionárias de energia elétrica e fornecimento de internet, com velocidades que variam de 1 a 8 Mbps (megabites por segundo), em bairros residenciais de baixa renda. Após comprovada a viabilidade, a tecnologia PLC estará pronta para ser estendida a todo o território nacional.

“As operadoras de internet passam a dispor de uma nova tecnologia para oferecer acesso à internet a seus clientes. A ideia é que as operadoras façam uso dessa ferramenta”, afirma o pesquisador.

Foram 13 anos de estudo e trabalho para que, no início de 2014, a equipe conseguisse concluir um protótipo do sistema. Segundo os pesquisadores envolvidos no projeto, esse é o primeiro caso de sucesso no desenvolvimento de tecnologia PLC no hemisfério Sul.

EVERTON LOPES | CIÊNCIA HOJE | RJ

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

## PARA COMER COM PLÁSTICO

Apostando em inovação e praticidade, a Embrapa Instrumentação desenvolveu um tipo de embalagem para alimentos que pode ser ingerida sem prejuízo à saúde. São películas plásticas comestíveis, feitas a partir de frutas, legumes ou hortaliças, aliadas a um nanomaterial resistente. Já foram utilizados alimentos como cenoura, beterraba, mamão e outros na substituição de embalagens sintéticas.

Para o engenheiro de materiais José Manoel Marconcini, pesquisador da Embrapa envolvido no projeto, a tecnologia é sustentável, pois permite reaproveitar restos industriais de alimentos. “Muitos rejeitos que seriam descartados podem ser utilizados na produção das embalagens”, afirma Marconcini. “Além disso, as películas são biodegradáveis e evitam o desperdício do plástico convencional que, sem o gerenciamento do seu descarte, é prejudicial ao meio ambiente.”

A técnica utilizada na fabricação é a liofilização, um tipo de desidratação que transforma a polpa dos alimentos em uma espécie de pó. Colocado em solução aquosa, esse pó é, em seguida, submetido a um processo de evaporação. Por fim, é retirada toda

a água, restando apenas uma película ou lâmina a ser usada na produção dos filmes comestíveis.

“Os alimentos desidratados são misturados a certos nanomateriais que vão dar liga e resistência semelhantes às embalagens convencionais”, explica o engenheiro de materiais. “Eles são, na maior parte dos casos, carboidratos específicos com essa função.”

Outra vantagem, segundo Marconcini, é o aumento do tempo de prateleira dos alimentos. “Durante a fabricação da película, é adicionada uma série de substâncias antimicrobianas para proteger os alimentos de micro-organismos”, explica o pesquisador. “Essas substâncias estendem o prazo de validade dos produtos”.

Apesar de promissora, a nova técnica ainda não está disponível no mercado. “Ainda é preciso transferir a tecnologia para as indústrias, que serão responsáveis por tornar esse produto acessível à população”, avisa Marconcini. “Já estamos fazendo testes para permitir, por exemplo, levar embalagens ao forno. Além disso, é preciso resolver a questão da solubilidade das embalagens, uma vez que elas não podem entrar em contato com água ou ambientes muito úmidos.”

FOTO SAMUEL MARCONCINI



FOTO FLICKR / BOBBI SURF - CC BY-NC-SA 2.0



SIMMAM UNIVALI / SOBRE IMAGEM GOOGLE

BIOLOGIA MARINHA

## DE OLHO NOS CETÁCEOS

O Sistema de Apoio ao Monitoramento de Mamíferos Marinhos (Simmam) reúne, em um canal *online*, informações sobre cetáceos de toda a costa brasileira. A ferramenta, que resultou de uma parceria entre os laboratórios de Computação Aplicada e Oceanografia Biológica da Universidade do Vale do Itajaí (Univali), em Santa Catarina, permite que pesquisadores e órgãos de proteção à fauna, como o Ibama, tenham acesso a dados atualizados sobre localização, quantidade e movimentação de animais como baleias, cachalotes e golfinhos. “O sistema não gera dados, mas padroniza informações produzidas por instituições que trabalham com

animais marinhos no país”, explica o biólogo André Barreto, coordenador do Simmam.

Na base de dados, instituições cadastradas inserem informações sobre cetáceos, que são armazenadas em dois níveis: um público, ao qual qualquer órgão cadastrado tem acesso, e outro privado, que, além do Ibama e do Instituto Chico Mendes, só os pesquisadores que adicionaram informações podem consultar. Isso permite total controle do sistema sobre os dados, garantindo confiabilidade ao monitoramento das espécies. Atualmente, quase 50 instituições estão cadastradas, e o número de dados armazenados na plataforma ultrapassa 25 mil.

Em setembro passado o trabalho do Simmam recebeu do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustível o prêmio Plínio Cantanhede, entregue aos desenvolvedores do sistema no evento Rio Oil & Gas 2014. Em 2012, o projeto já havia sido contemplado com uma menção honrosa.

**Registros de avistagem de cetáceos na costa brasileira. Os pontos em verde indicam dados públicos; em amarelo, dados privados. Na página ao lado, nova espécie de briozoário descoberta no litoral norte de São Paulo**

## BIOLOGIA MARINHA

# NOVAS ESPÉCIES DE BRIOZOÁRIOS NO LITORAL PAULISTA

Doze novas espécies de briozoários, um grupo de invertebrados coloniais aquáticos, foram encontradas por pesquisadores brasileiros e uma norte-americana no litoral norte do estado de São Paulo. As novas espécies apresentadas pelo estudo pertencem à ordem Ctenostomata, da qual faz parte apenas uma pequena porcentagem dos briozoários marinhos. Dentre as novas espécies, uma delas não pôde ser classificada em nenhuma das famílias de briozoários conhecidas, o que levou os pesquisadores à descrição de uma nova família, a *Jebromellidae*.

A descoberta é resultado do esforço conjunto de pesquisadores do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (CEBIMar/USP), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da Smithsonian Marine Station (EUA) e faz parte do projeto Biota/Fapesp, que já permitiu o reconhecimento de mais de 120 espécies de briozoários na região.

Segundo o zoólogo Leandro Manzoni Vieira, do Centro de Ciências Biológicas da UFPE e um dos autores do estudo publicado na revista *Zootaxa* de dezembro último, o litoral norte do estado de São Paulo está entre as regiões que vêm passando por modificações ambientais constantes, o que altera a biodiversidade local. "Conhecer a diversidade nessas áreas fornece subsídios para a conservação e manejo de áreas marinhas, despertando também a atenção para a preservação das diferentes áreas onde as novas espécies de briozoários foram encontradas", comenta o pesquisador.

## NUTRIÇÃO

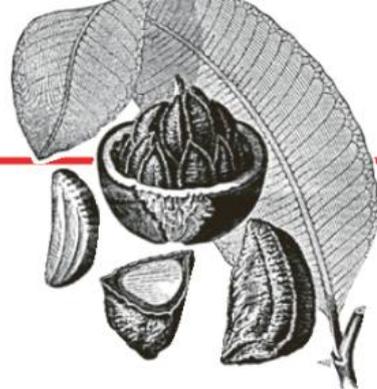
# ALIADA CONTRA A MALÁRIA

Semente típica da floresta amazônica, a castanha-do-pará é comumente indicada para consumo pelo seu valor nutritivo: é rica em selênio e tem alto teor proteico. Agora, um estudo experimental realizado na Universidade Federal do Pará (UFPA) aponta para um novo benefício: seu uso como fator auxiliar no combate à malária, doença presente sobretudo na região amazônica, onde se concentram 98% dos casos do Brasil. A proposta dos pesquisadores foi adicionar a castanha-do-pará como suplemento adjuvante na alimentação de animais infectados, de forma a reduzir os sintomas da doença e auxiliar no tratamento.

A malária é uma doença transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Anopheles*, infectado por um protozoário do gênero *Plasmodium*. O tratamento atualmente disponível é baseado em fármacos de altíssima toxicidade, que podem desencadear reações adversas nos pacientes. Além disso, há uma série de restrições para o uso desses medicamentos, como idade, peso e outras especificidades, o que dificulta o uso continuado. A busca por recursos nutritivos auxiliares é uma tentativa de reduzir os efeitos nocivos causados pelos fármacos convencionais.

Os pesquisadores da Pós-graduação em Neurociências e Biologia Celular da UFPA testaram experimentalmente o papel da castanha na diminuição dos sintomas clínicos da malária. O alimento foi escolhido porque, além de ter alto teor nutritivo, seu uso é muito comum entre a população amazônica como auxiliar no tratamento de doenças típicas da região. "Muitos moradores têm o costume de consumir a castanha-do-pará e outras sementes em casos de doenças. O amplo acesso da população a esse recurso torna viável adotar a suplementação na dieta", avalia Layse Martins Gama, autora do estudo.

Os testes em camundongos, divididos em dois grupos (infectados tratados e infectados que não tratados), indicaram efeitos positivos. O nível de parasitas nos animais pré-tratados com castanha-do-pará foi menor do que nos camundongos do outro grupo, após quase um mês de análise. "É importante lembrar que a castanha não pode ser usada como medicamento. Ela não combate o parasita responsável pela malária, apenas diminui os sintomas provenientes da infecção", ressalta Gama. Segundo ela, apesar de os testes ainda não terem sido feitos em humanos, os resultados são significativos e confirmam cientificamente a hipótese popular sobre o consumo da castanha-do-pará como aliada na busca por melhores condições de tratamento de pessoas com malária.



# REINAUGURADO ESPAÇO CORAL VIVO MUCUGÊ

Localizado em Arraial d'Ajuda, no município baiano de Porto Seguro, o Espaço Coral Vivo Mucugê é um lugar para aprendizado e conscientização. reinaugurado em novembro de 2014, o espaço está agora de cara nova. Telas interativas, mostra de fotografias, painéis informativos e vídeos ajudam o visitante a entrar no mundo da mais importante área de recifes de coral do Atlântico Sul. O espaço, de acesso gratuito, tem ainda uma exposição permanente de esqueletos de colônias centenárias de corais.

Esqueletos de colônias centenárias de corais encontrados pelo mundo estão expostos no Espaço Coral Vivo Mucugê



FOTO: GEMANUN/USP

FOTO PROJETO CORAL VIVO

CIÊNCIAS AMBIENTAIS

## EMBARCAÇÃO VERDE

O primeiro barco movido a energia solar do Brasil já está em uso desde outubro passado para auxiliar no monitoramento da lagoa do Peri, em Florianópolis, área de proteção ambiental permanente que abriga um rico e diversificado ecossistema. A embarcação, que emprega energia não poluente e transporta até oito pessoas, surge como solução para um antigo problema de fiscais e biólogos que atuam na região.

Como a lagoa do Peri é uma área de proteção permanente, o emprego de veículos com motor a combustão é proibido em toda a sua extensão. Agentes e pesquisadores precisavam então de barcos a remo para percorrer o local e observar sua fauna nativa, cujo membro mais ilustre é a lontra (*Lontra longicaudis*), mamífero ameaçado de extinção. O barco, do tipo catamarã, foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com o Instituto Ekko Brasil.

“Embora a embarcação seja mais cara que um barco convencional, em razão do custo dos módulos solares fotovoltaicos, o investimento é compensado em pouco tempo graças à econo-



Primeiro barco movido a energia solar do Brasil nas águas da lagoa do Peri, em Florianópolis

mia com combustível fóssil”, afirma o engenheiro elétrico Ricardo Rüther, da UFSC, especialista em energia solar e coordenador do projeto.

Durante o dia, os módulos solares carregam as baterias que fornecem energia para quatro motores elétricos localizados na popa do veículo. As baterias levam dois dias para ficar completamente carregadas e têm autonomia de até quatro horas de funcionamento na ausência de sol. Além de dispensar o uso de combustível poluente e não gerar resíduos, os motores são silenciosos, não perturbando a fauna local.

TECNOLOGIA

## BENGALA ELETRÔNICA

Um dispositivo criado na Universidade do Vale do Itajaí (Univali), em Santa Catarina, promete melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência visual. Trata-se da bengala longa eletrônica, que, além de funcionar como bengala comum, vibra e emite sinais sonoros quando seu portador se aproxima de obstáculos aéreos.

Feita de plástico e alumínio, a bengala dispõe de um sensor em sua empunhadura que imita o sistema utilizado por morcegos para localização. Por meio de ondas de ultrassom, detecta a presença de obstáculos a certa distância. Ao captar a presença de um objeto acima da linha da cintura do usuário, a uma distância de até 1,5m, som e vibração são disparados. Para obstáculos próximos do chão, o dispositivo funciona como bengala normal.

Três voluntários usam os protótipos da Univali há um ano, e os resultados têm se mostrado positivos. “Planejamos testá-los com um número maior de voluntários”, conta o cientista da computação Alejan-

dro Ramirez, do programa de pós-graduação em Computação Aplicada da Univali e coordenador do projeto.

De acordo com Ramirez, já existem equipamentos similares em outras partes do mundo e mesmo no Brasil, mas o projetado por sua equipe apresenta especificidades conceituais no *design*. Em desenvolvimento desde 2003, o projeto carece de investimento empresarial para chegar ao mercado. Paralelamente às tentativas de solucionar essa questão, a equipe ampliará os testes em 2015, quando mais 20 deficientes visuais se tornarão usuários da nova tecnologia.

**Bengala eletrônica desenvolvida na Univali detecta obstáculos em todas as direções**



## ACERVO VIRTUAL SOBRE ÍNDIOS

Para reforçar a garantia dos direitos indígenas, a Fundação Nacional do Índio (Funai), por intermédio do Museu do Índio ([www.museudoindio.gov.br](http://www.museudoindio.gov.br)), lançou a Biblioteca Multimídia Virtual e de Organização Virtual, nova ferramenta de preservação digital que facilita o acesso a informações sobre a população indígena brasileira e serve de apoio para diversas causas desses povos. As mais de 60 mil obras do acervo cobrem de 1910 a 1969, período de existência do Serviço de Proteção aos Índios (SPI), primeiro órgão de proteção indígena no Brasil. A nova ferramenta será de grande utilidade para pesquisadores que se debruçam sobre a história dessas culturas, por meio de documentos, cartas, fotos e mapas. O projeto prevê, ainda, a digitalização e a disponibilização de obras raras da Biblioteca Marechal Rondon (mais de 150 mil páginas), além de periódicos, dissertações e teses entre outros documentos (mais de 2 milhões de páginas).

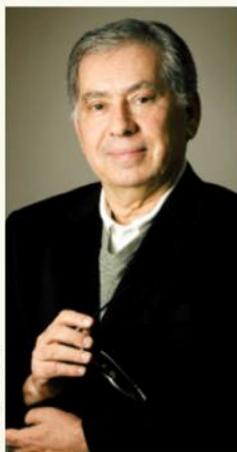


FOTO: CECILIO RODRIGUES

*O acordo entre a alma da cidade e os seus rumos urbanísticos é uma condição para a boa cidade. O Rio de Janeiro tem bem-sucedida experiência nesse encontro*

## CIDADE MARAVILHOSA

Ao se comemorar os 450 anos do Rio de Janeiro, vale realçar uma característica fundamental da cidade que estamos festejando. De certo modo, homenageamos as cidades brasileiras em geral.

Entre as famosas obras do prefeito Francisco Pereira Passos que deram uma nova feição ao Rio, no início do século 20, a construção da avenida Beira Mar talvez seja a de mais profunda influência.

Claro que o símbolo mais conhecido é a avenida Central, hoje Rio Branco. A Beira Mar, porém, com 5 km, indo da Cinelândia a Botafogo, foi além da função de ligação viária Centro-Zona Sul. Teve pelo menos duas outras importantes consequências: definiu a paisagem geocultural da cidade e uniu a cidade ao mar.

Ao fazer a ligação pela orla, criou um ponto de vista que coloca a arquitetura da cidade em primeiro plano e, ao fundo, os grandes ícones geográficos, Pão de Açúcar, Corcovado e Maciço da Tijuca. Antes, vistos em conjunto desde o mar, a geografia dominava a paisagem. Associada à arquitetura, a geografia culturaliza-se. A simbiose é a nova imagem do Rio.

As cidades – quaisquer cidades costeiras – não se integravam ao mar. (Veja o Palácio do Catete, de frente para a terra, de costas para a água.) A Beira Mar garantiu a praia para o uso público, um novo conceito que Pereira Passos ainda replicou na avenida Atlântica, em Copacabana. Criou-se um paradigma de ocupação para a costa brasileira, onde a praia é pública e o seu acesso, livre – diferentemente, aliás, do que ocorre nos Estados Unidos, França, Portugal, Espanha, entre outros países.

Como demonstram os cronistas, o carioca sempre amou a vida no espaço público – lugar da interação. Sua identidade é indissociável dessa característica. A obra de Pereira Passos somou aos já então qualificados espaços públicos interiores o novo

espaço público de excelência da praia. É da união entre eles que, na década seguinte, emerge a expressão ‘Cidade maravilhosa’, a cidade da bem-aventurança, idealizada desde a fundação. Essa feliz expressão deve estar fazendo o seu centenário por agora, junto com os 450 anos do Rio.

No Brasil, nós não temos os guetos étnicos, religiosos e culturais que embasam ódios mundo afora. (O carnaval é uma das evidências de como a população pratica e quer a integração.) Nós temos uma só nação, de muitas cores e grandes desigualdades.

Mas, urbanisticamente, nas últimas décadas, de modo descuidado, importamos a segmentação social dos shoppings, dos condomínios fechados e do monofuncionalismo, parentes do multiculturalismo onde cada grupo quer seu lugar exclusivo. Não é um bom caminho – está aí o mundo a demonstrar que a segregação e a intolerância andam juntas. Em grande parte das cidades brasileiras, abandonamos a cidade misturada em busca da miragem imobiliária mais ordinária. Nossos espaços urbanos para a convivência são descaracterizados na falta de manutenção, na perda de população, na violência, no enfraquecimento econômico e na invasão rodoviária. São cidades cada vez mais difíceis.

As grandes cidades têm, mesmo, muitos problemas. Mas elas são o motor do mundo contemporâneo. Precisam de políticas que garantam o seu papel fundamental de lugar da sociabilidade e valorizem a sua qualidade de vida – base sobre a qual constroem seu protagonismo.

O acordo entre a alma da cidade e os seus rumos urbanísticos é uma condição para a boa cidade. O Rio de Janeiro tem bem-sucedida experiência nesse encontro. A grande obra de Pereira Passos consolidou um modo de vida que encheu de orgulho a cidade e o país. É persistir no bom caminho. **Ch**

### SÉRGIO MAGALHÃES

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



# ALAN TURING NOS CINEMAS

Filme *O jogo da imitação* apresenta ao público o pai da computação

**É POSSÍVEL QUE O LEITOR** não saiba quem foi Alan Turing. Ele não tem a fama de outros cientistas, mas os desdobramentos do seu trabalho certamente estão muito presentes na nossa vida cotidiana. Sempre que utilizamos um computador, um celular, ou mesmo um videogame, estamos nos beneficiando dos resultados do trabalho pioneiro do matemático inglês Alan Turing (1912-1954), considerado o pai da ciência da computação.

Agora, um público mais amplo tem a oportunidade de conhecer Turing melhor, com o lançamento nos cinemas de *O jogo da imitação*. O filme, em cartaz no Brasil desde o final de janeiro, retrata diversos pontos-chave da vida de Turing, dentre os quais a contribuição para a quebra da crip-

tografia utilizada pelo exército alemão na Segunda Guerra Mundial, a criação e o desenvolvimento dos computadores e o final trágico de sua vida. O título do filme faz ainda alusão a outra contribuição de Turing, no desenvolvimento pioneiro da inteligência artificial, em que ele propõe um teste (atualmente conhecido como teste de Turing) para medir a 'inteligência' de um computador a partir da sua capacidade de 'imitar' as respostas de uma pessoa.

O filme é muito bem produzido e conta com um elenco de ótimos atores, capitaneado por Benedict Cumberbatch no papel de Turing. Ele narra, de forma não-linear, vários momentos da vida do matemático, desde sua adolescência até o final de seus dias. O roteiro é baseado na biografia *Alan Turing: The enigma* (1983), do matemático inglês Andrew Hodges, considerada a referência padrão sobre a vida de Turing.

Turing nasceu em Londres em 1912. Durante a adolescência, na escola, ele conheceu Christopher Morcom, aluno um ano mais velho, com quem desenvolveu o gosto pela matemática e uma paixão platônica. Morcom faleceu precocemente em 1930, o que afetou Turing profundamente. Buscando realizar o que Morcom não mais poderia, Turing conseguiu uma bolsa para estudar matemática na Universidade de Cambridge (Inglaterra) a partir de 1931.

Após se graduar, Turing continuou trabalhando em Cambridge, onde, em 1936, com apenas 24 anos de idade, criou a pedra fundamen-

tal para o desenvolvimento da computação, o que hoje conhecemos como a máquina de Turing. Na década de 1930, os computadores como os conhecemos hoje ainda não existiam, mas Turing desenvolveu um modelo teórico de uma máquina genérica que poderia realizar qualquer tipo de processamento de informações, desde que recebesse as instruções adequadas. Todo o desenvolvimento posterior dos computadores 'concretos' foi baseado nesse modelo teórico da máquina de Turing, inclusive os computadores que usamos atualmente.

Com o início da Segunda Guerra, em 1939, Turing passou a trabalhar para o governo britânico como parte de um time que buscava quebrar a cifra empregada pela Alemanha nazista. Essa cifra, implementada pela máquina Enigma, era extremamente complexa. Para realizar a quebra desse código, Turing projetou máquinas conhecidas como 'Bombe' para automatizar e agilizar os diversos cálculos necessários. Estudiosos afirmam que o desembarque na Normandia não teria sido possível sem a quebra da cifra alemã. Além disso, eles estimam que essa quebra pode ter encurtado a guerra em até dois anos e poupado 14 milhões de vidas.

Esse é o período de tempo a que o filme mais se dedica. Os personagens Hugh Alexander e Joan Clarke são reais e Turing, mesmo tendo plena consciência de sua própria homossexualidade, realmente propôs casamento a ela, voltando atrás algum tempo depois.





DIVULGAÇÃO

Após a guerra, Turing se dedicou a concretizar a sua ideia, buscando construir uma máquina programável que pudesse realizar qualquer tipo de processamento, armazenando internamente as instruções apropriadas. Durante esse processo, ele se mudou para a Universidade de Manchester (Inglaterra). Foi lá que colaborou no desenvolvimento do Ferranti Mark 1, o primeiro computador de uso geral disponibilizado comercialmente (a primeira máquina foi entregue em fevereiro de 1951).

Turing tinha ainda um lado atlético. Praticava corrida, chegando a correr a distância de maratona. Ele chegou a obter, em 1947, um tempo próximo ao dos medalhistas da maratona da Olimpíada de Londres, em 1948. Participou da seletiva para essa Olimpíada, mas não conseguiu a vaga.

Em 1950, Turing publicou seu trabalho pioneiro sobre inteligência artificial, propondo o 'jogo da imitação', nome dado ao filme.

Entre 1951 e 1952, ele se dedicou à modelagem matemática de fenô-

menos biológicos, propondo um modelo de equações que poderia descrever a formação de padrões visuais em tecidos biológicos, como as listras das zebras ou as pintas dos leopardos. Utilizou os recém-construídos computadores para fazer simulações do seu modelo matemático, tornando-se também um pioneiro do uso da computação para simulações científicas.

Em 7 de fevereiro de 1952, Turing foi preso, acusado de atentado violento ao pudor, quando admitiu ter feito sexo com outro homem – a homossexualidade era crime na Inglaterra até 1967. Ele foi condenado e obrigado a tomar injeções hormonais ao longo de um ano, o que causou efeitos colaterais em seu corpo. Aparentemente sofrendo de depressão (possivelmente um dos efeitos adversos), Turing suicidou-se com cianeto em 7 de junho de 1954, aos 41 anos.

É chocante constatar que um homem tão influente na Segunda Guerra e no desenvolvimento dos computadores tenha recebido, em retribuição, um tratamento tão desumano. É

difícil avaliar que outras contribuições Turing ainda poderia ter dado caso sua vida não tivesse sido interrompida pelo puro preconceito.

O trabalho feito por ele durante a guerra foi classificado como confidencial, de forma que Turing permaneceu praticamente anônimo fora da comunidade científica especializada por décadas após sua morte. Mesmo que existam pontos da narrativa do filme que não são totalmente fiéis ao relato histórico (por exemplo, Turing e Morcom estudam na mesma classe no filme), o arco global da história é verídico. Este filme é potencialmente o veículo com capacidade de alcançar um maior número de pessoas, o que o torna muito bem-vindo, pois Turing merece sair do anonimato.

**Luis Menasché Schechter**

*Departamento de Ciência*

*da Computação,*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*luisms@dcc.ufjf.br*

*<http://www.dcc.ufjf.br/~luisms/turing>*

# Ainda longe da cura da Aids

VICTOR BARRETO DE SOUZA

Seção de Interações Celulares (NICHD),  
Institutos Nacionais de Saúde (NIH)  
Estados Unidos

**G**ostaria de tecer pequenos comentários sobre algumas notícias veiculadas envolvendo a infecção pelo HIV-1, o vírus responsável pela grande maioria dos casos da síndrome da deficiência imunológica adquirida (mais conhecida pela sigla, em inglês, Aids). Em particular, abordarei três questões muito comentadas nos dois últimos anos: a suposta 'cura' do chamado 'bebê de Mississippi', o aumento da transmissão do HIV-1 no Brasil e a morte do pesquisador holandês Joep Lange no trágico acidente da Malaysia Airlines, ocorrido na Ucrânia em julho de 2014.

**FALSA CURA** O 'bebê de Mississippi' foi o caso médico de uma criança que nasceu de uma mãe infectada pelo HIV-1 no estado de Mississippi, nos Estados Unidos. A mãe não teve acompanhamento médico durante a gestação e não sabia que era portadora do vírus. O recém-nascido, 30 horas após o nascimento, começou a receber o tratamento com antirretrovirais, mantido por 18 meses, até ser interrompido pela própria família da criança. Após a suspensão do tratamento, o vírus permaneceu indetectável nesse bebê por 27 meses, o que chegou a ser apontado como um caso de cura e gerou otimismo quanto à possibilidade de eliminar o HIV do organismo se o tratamento fosse iniciado precocemente.

Diversos estudos recentes indicam que o início precoce da terapia antirretroviral pode reduzir drasticamente a replicação basal do vírus, e o que ocorreu com o bebê de Mississippi reforça os grandes benefícios dessa antecipação. Mas isso não significa necessariamente a cura, pois o vírus permanece no portador mesmo com

terapia antirretroviral eficiente. No início de julho de 2014, as esperanças trazidas por essa criança foram desfeitas, ao ser constatado que a produção viral ressurgiu em seu organismo.

A explicação para o ressurgimento do vírus é muito simples e conhecida há tempos: a formação, nos pacientes infectados, de reservatórios virais. Esses reservatórios são células infectadas com o vírus em estado latente – isto é, a replicação viral não está ocorrendo. Ter o vírus latente nas células, porém, não significa que esse vírus seja funcional, ou seja, que possa ser produzido ou mesmo que seja infectivo, caso liberado pela célula hospedeira. A formação desse 'estoque oculto' é uma consequência natural do próprio ciclo de replicação dos retrovírus (família da qual o HIV faz parte). Nesse ciclo, o material genético do vírus (RNA, no caso do HIV) precisa ser transcrito em DNA e se integrar ao genoma da célula hospedeira para que ocorra a produção viral.

No hospedeiro humano, a principal célula onde ocorre a replicação do HIV é o linfócito T-CD4 ativado. Como demonstrado em vários estudos, algumas células desse tipo podem sobreviver à infecção e entrar em estado de repouso, contendo o material genético do vírus (transcrito em DNA) integrado ao seu genoma. Esse é um processo natural em nosso sistema imune: algumas células previamente ativadas por agentes patogênicos entram em aparente repouso e são denominadas linfócitos T de memória. Elas formam a chamada memória imunológica – o que possibilita uma reação mais rápida e mais eficiente quando sofremos uma reinfecção (o reencontro com al-

gum patógeno). As células de memória T-CD4 sobrevivem por mais tempo que outras células de defesa (ativadas ou não) e, infelizmente, a presença do genoma integrado do HIV nessas células dá ao vírus uma importante vantagem.

Tentando identificar vírus funcionais em reservatórios, o imunologista norte-americano Robert Siliciano e o grupo que ele coordena, na Escola de Medicina da Universidade Johns Hopkins (EUA), analisaram o sangue de portadores do HIV e estimaram em 1, a cada milhão de células T-CD4, o número das que estariam em repouso, contendo o vírus funcional, em cada indivíduo. Com base nesse número e na taxa média de declínio dessas células no corpo, também calcularam que seriam necessários em torno de 73 anos para a eliminação total desses reservatórios virais, mesmo em pacientes com terapia antirretroviral adequada.

No entanto, resultado mais recente do mesmo grupo sugere que o número de células de memória (contendo o HIV integrado e funcional) pode estar subestimado. No novo cálculo, o número aproximado seria de 10 a 15 células por milhão de linfócitos T-CD4.

Ainda não se sabe quando e como os reservatórios são formados no indivíduo infectado. Tentando responder a essa pergunta, o virólogo norte-americano James B. Whitney e colaboradores usaram um modelo experimental (macacos infectados com o SIV, o equivalente símio do HIV) e seus resultados sugerem que os reservatórios virais podem ser formados já no início da infecção (antes mesmo do terceiro dia). Infelizmente, os cientistas da área estão cada vez menos confiantes em uma cura para o HIV.

**AUMENTO NO BRASIL** A triste notícia do aumento de transmissão do HIV-1 entre jovens no Brasil é o segundo tema deste texto. O Programa das Nações Unidas para HIV/Aids (Unaid) divulga anualmente um relatório sobre a epidemia pelo HIV-1

*Independentemente da vergonha de estarmos navegando contra a tendência mundial de declínio, esses dados nos fazem questionar se as campanhas publicitárias de prevenção do HIV adotadas no Brasil não deveriam ser repensadas pelas agências que as produzem e/ou pelos órgãos governamentais*

ao redor do mundo. No relatório global de 2013 (disponível em <http://www.unaids.org/>), o número de novas infecções entre adultos e adolescentes mostra grande queda no mundo: de cerca de 3 milhões de infectados em 2001 para 2 milhões em 2012. Essa redução foi superior a 50% em 26 países. Em vários países, porém, o número de novos casos aumentou, e o Brasil está entre eles: o país registrou 44 mil novas infecções pelo HIV em 2013, com aumento de 10% em relação a 2005 (40 mil casos).

Esses números, isoladamente, não permitem uma análise aprofundada dessa estatística, mas é possível inferir que algo não está funcionando de modo adequado na política governamental de prevenção do HIV. Independentemente da vergonha de estarmos navegando contra a tendência mundial de declínio, esses dados nos fazem questionar se as campanhas publicitárias de prevenção do HIV adotadas no Brasil não deveriam ser repensadas pelas agências que as produzem e/ou pelos órgãos governamentais.

Embora o tratamento atual seja efetivo no controle da replicação do vírus, ter consciência de que a infecção ainda é letal sempre causa temor, o que talvez induza maior prevenção. Assim, utilizar imagens que causam impacto emocional, de modo semelhante ao que foi feito contra o tabagismo possivelmente surtiria mais efeito (ver 'Os males do fumo em destaque: o impacto emocional das imagens de advertência em maços de cigarros', em CH 260).

Sabe-se há muito tempo quais as

vias de aquisição do HIV (por meio de sangue, sêmen, aleitamento materno, contágio intrauterino e no parto) e, portanto, não é difícil, em teoria, evitar o contágio pelo vírus. Além disso, como a transmissão sexual é responsável pela grande maioria das novas infecções, sabe-se claramente onde o esforço deve ser concentrado.

É preciso ressaltar, infelizmente, que ainda estamos longe de uma cura para essa infecção e que os medicamentos antirretrovirais controlam a infecção, mas ainda têm elevada toxicidade para os pacientes (em especial para fígado e rins). Qualquer estudo epidemiológico demonstra que a prevenção é a melhor forma de conter a propagação de um agente patogênico, seja qual for, sem mencionar seu custo menor, quando comparado ao do tratamento de indivíduos já portadores.

**MORTE PREMATURA** Por último, cabe lamentar a morte de um pesquisador que sempre lutou em favor da universalização da terapia antirretroviral. O trabalho de Joep Lange, vinculado ao Instituto de Saúde Global e Desenvolvimento de Amsterdã (Holanda), buscou sempre maximizar o efeito do tratamento antirretroviral nas populações de mais alto risco de contrair o vírus. Lange participou ainda de muitos estudos que indicaram a importância e o benefício prolongado dessa terapia em portadores do HIV e, como muitos outros pesquisadores importantes, também mostrou que o uso adequado da medicação reduz a transmissão desse vírus. 

# Buracos negros: na teoria e na prática

Resultados de artigo controverso sobre a não existência desses corpos devem ser avaliados

MARC CASALS

Centro Brasileiro  
de Pesquisas Físicas (RJ)  
mcasals@cbpf.br

Há uma grande quantidade de cálculos teóricos e de evidências observacionais sobre a existência de buracos negros no universo. Porém, um resultado recente alegou que esses corpos astrofísicos, devoradores de luz e matéria, não chegariam a ser criados na prática. Essas alegações, no entanto, vão ter que ser seriamente avaliadas.

**B**uracos negros são regiões do espaço-tempo – uma união das três dimensões espaciais (altura, largura e comprimento) e do tempo – de onde nada (nem mesmo a luz) pode escapar – pelo menos, segundo as leis da física clássica (isto é, não quântica).

A formação da maioria dos buracos negros ocorre basicamente assim: estrelas colapsam por causa da ação de sua própria gravidade. Segundo a relatividade geral – que pode ser entendida como a teoria da gravitação publicada em 1915 pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) –, se uma estrela é massiva o suficiente, então, a última fase de seu colapso gravitacional é a formação de um buraco negro com uma massa da ordem da massa do Sol.

Graças a muitas e fortes indicações teóricas e observacionais, há uma ampla aceitação na comunidade científica de que buracos negros existem e de que sua presença é ubíqua no universo. Por exemplo, estima-se que nossa galáxia tenha em torno de 100 milhões de buracos negros com massas da ordem da massa solar e que ela abrigue em seu centro um buraco negro supermassivo, com massa de aproximadamente 1 milhão de vezes a do Sol.

**HORIZONTE APARENTE** A fronteira de um buraco negro é chamada horizonte de eventos – podemos imaginar essa região-limite como aquela que, uma vez ultrapassada, não há mais retorno nem para a luz, nem para a matéria, que acabam, portanto, engolidas pelo buraco negro.

No entanto, a definição matemática de um horizonte de eventos é teleológica. Em termos simples, isso significa que precisamos primeiro construir (teoricamente) todo o espaço-tempo, para, só depois disso, poder dizer se ele contém ou não um horizonte de eventos. Na prática, obviamente, isso é uma tarefa impossível, pois implicaria ir até o fim do tempo, ou seja, conhecer toda a história do universo, do princípio ao fim. Portanto, os astrofísicos lidam com os chamados 'horizontes aparentes' em vez dos horizontes de eventos.

Horizontes aparentes são definidos localmente – ou seja, para regiões restritas do espaço-tempo. Eles são regiões das quais a luz (e, em consequência, qualquer matéria) 'temporariamente' não pode escapar – mesmo se ela puder ao final acabar escapando. Portanto, não precisamos ir até o fim do tempo para asseverar a existência de um horizonte aparente.

Mas, para todos os propósitos práticos, horizontes aparentes astrofísicos comportam-se como horizontes de eventos para tempos muito mais longos do que a idade do próprio universo (cerca de 13,8 bilhões de anos). Na prática, esses dois tipos de horizontes (aparente e de eventos) são indistinguíveis. Portanto, quando os astrofísicos se referem a buracos negros astrofísicos – como nas evidências observacionais citadas acima –, geralmente, eles estão se referindo à presença de um horizonte aparente de vida longa.

**ELES EVAPORAM!** Esse entendimento acima do comportamento de buracos negros está baseado na relatividade geral, que é uma teoria da física clássica.

Em 1975, o físico britânico Stephen Hawking – em artigo para o periódico *Communications in Mathematical Physics* (v. 43, n. 199, 1975) – usou a relatividade geral em combinação com a teoria quântica – que lida com fenômenos nas dimensões atômicas e subatômicas – para descrever um campo de ‘matéria’ – como um campo eletromagnético, que descreve a luz – na vizinhança de um buraco negro.

Usando essa combinação, Hawking mostrou que, durante o colapso gravitacional de uma estrela que leva à formação de um buraco negro, o campo de matéria quântico é emitido como radiação. Uma consequência dessa emissão é que, mesmo depois de formado o buraco negro, ele continua a perder energia por meio dessa radiação quântica (hoje, denominada radiação Hawking), até provavelmente desaparecer por completo. Ou seja, evaporar.

A radiação Hawking é muito tênue para ser observada: ela é muito mais baixa do que os 3 kelvin (cerca de 270 graus celsius negativos) da chamada radiação cósmica de fundo – um tipo de ‘calor’ remanescente do *Big Bang*. Mesmo assim, do ponto de vista teórico, a radiação Hawking é muito útil para desafiar as teorias fundamentais da física.

**PARADOXO DA INFORMAÇÃO** A radiação Hawking deu origem ao chamado ‘paradoxo da informação do buraco negro’, que expõe uma tensão entre a relatividade geral e a física quântica, como descreveremos a seguir.

Um princípio fundamental da física quântica nos garante que, se queirmos uma folha de jornal, poderemos recuperar toda a informação que ela continha a partir das cinzas deixadas pela queima, bem como da energia emitida (luz e calor). É uma tarefa extremamente árdua, mas viável.

No entanto, segundo os cálculos de Hawking baseados na combinação da relatividade geral com a física quântica, não é possível recuperar a maior parte da informação contida na estrela a partir da radiação Hawking, que é tudo o que, em princípio, sobrou ao final da evaporação.

Eis, portanto, o paradoxo: o que teria acontecido com essa informação?

Há muitas sugestões sobre como esse paradoxo deve ser resolvido, mas nenhuma delas parece ter sido aceita amplamente como satisfatória.

Hawking, em particular, depositou um breve manuscrito no repositório arXiv.org – o artigo está aqui: arXiv:1401.5761 – no qual defende que a resolução do paradoxo (ou seja, perda de informação) consiste em que, na prática, o que realmente se formaria no colapso gravitacional de uma estrela suficientemente massiva seria um horizonte aparente – e não um horizonte de eventos.

Vale ressaltar que Hawking jamais alegou que buracos negros não existem no sentido ‘prático’ que detalhamos acima e que é aquele amplamente aceito pelos astrofísicos. Infelizmente, o manuscrito de Hawking não nos dá quaisquer detalhes sobre como a informação inicial da estrela é finalmente recuperada.

**SURPRESA CONTROVERSA** Para tratar do paradoxo da informação do buraco negro e outras questões, alguns cientistas têm tentado modelar o colapso gravitacional de uma estrela incluindo nesse processo a

emissão da radiação quântica – vale adiantar que fazer isso de forma precisa é um grande desafio. Além disso, há muitos cálculos que, usando aproximações, indicam fortemente que o efeito de emissão da radiação quântica não afeta de modo significativo a fase que vai do colapso gravitacional até a formação do buraco negro – com base no modo como esse processo é descrito pela relatividade geral.

Recentemente, no entanto, um artigo também depositado em arXiv.org (arXiv:1409.1837), usando técnicas numéricas avançadas, além de várias aproximações, apresentou uma modelagem de colapso gravitacional que inclui o efeito da radiação quântica sobre o próprio colapso. O artigo alega que, à medida que a estrela está próxima de se tornar um buraco negro – ou, mais precisamente, de formar um horizonte aparente –, a emissão da radiação quântica pode ser tão intensa que a massa estelar subitamente diminui muito, e o colapso acaba se revertendo de forma violenta. Como consequência, segundo o artigo, um buraco negro/horizonte aparente não se formariam na prática.

Esse resultado é certamente surpreendente – se não controverso. Dada a grande quantidade de evidências observacionais sobre a existência de buracos negros astrofísicos e de cálculos – ainda que aproximados – que chegam a conclusões opostas às do artigo em questão, esses resultados devem ser considerados com um pé atrás.

As aproximações – por exemplo, modelar a radiação quântica nas fases iniciais do colapso, com base em cálculos que, em princípio, são válidos apenas nos estágios finais – e os métodos usados no tal artigo serão, é claro, avaliados, de forma a confirmar ou rejeitar seus resultados.

O que é certo, no entanto, é que buracos negros continuam a ser tanto a arena mais adequada e fascinante para levar nossas teorias físicas ao limite quanto cruciais para o entendimento do universo. 

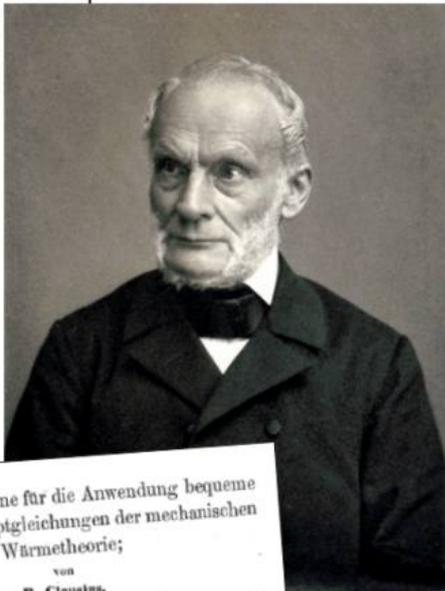
# Entropia: a medida da desordem do universo

**1865. PROPOSTO O CONCEITO DE ENTROPIA.** Um artigo da segunda metade do século 19, escrito por um físico e matemático alemão, trouxe para a física um de seus resultados mais importantes, o de entropia, com o qual podemos entender um amplo leque de fenômenos, dos mais simples – um cubo de gelo derretendo – àqueles com grande conteúdo filosófico, como o fato de o tempo ‘caminhar’ em uma só direção.

**ANA PAULA BISPO DA SILVA**

Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba

WIKIMEDIA COMMONS



Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme  
Formen der Hauptgleichungen der mechanischen  
Wärmethorie;

von  
**R. Clausius.**

(Vorgetragen in der naturforsch. Gesellschaft den 24. April 1865)

In meinen bisherigen Abhandlungen über die mechanische Wärmethorie habe ich vorzugsweise den Zweck verfolgt, eine sichere Basis für die Theorie zu gewinnen, indem ich namentlich den zweiten Hauptsatz, welcher dem Verständnisse viel schwerer zugänglich ist, als der erste, in seine einfachste und zugleich allgemeinste Form zu bringen und seine Nothwendigkeit zu beweisen suchte. Specielle Anwendungen habe ich nur in soweit durchgenommen, als sie mir entweder als Beispiele zur Erläuterung zweckmässig, oder für die Praxis von besonderem Interesse zu sein schienen.

Je mehr nun aber die mechanische Wärmethorie in ihren Principien als richtig anerkannt wird, desto mehr tritt in physikalischen und mechanischen Kreisen das Bestreben hervor, sie auf verschiedenartige Erscheinungen anzuwenden, und da die betreffenden Differentialgleichungen etwas anders behandelt werden müssen, als die sonst gewöhnlich vorkommenden Differentialgleichungen von äusserlich ähnlichen Ge-

X. 1.

Primeira página do artigo de 1865 de Rudolf Clausius (acima), idealizador do conceito de entropia

**EM ABRIL DE 1865**, Rudolf Clausius (1822-1888), alemão nascido na antiga Prússia, publicou o artigo *Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmethorie* (Sobre uma forma modificada do segundo teorema da teoria mecânica do calor), apresentando nele o conceito de entropia.

Segundo Clausius, entropia – para a qual usamos a letra S – é a tradução do grego para ‘transformação’. No final do artigo, ele também estabelece dois princípios que determinariam toda a termodinâmica: i) a energia do universo é constante; e ii) a entropia do universo tende ao máximo.

Mas, afinal, o que Clausius quis afirmar com esse novo conceito?

Com 59 páginas, o artigo é uma mostra da complexidade envolvida na definição do conceito de entropia, tanto física quanto matematicamente. Mas não fornece as respostas necessárias para entender o que Clausius estava pensando. Assim, é preciso recorrer a trabalhos anteriores e posteriores – do próprio Clausius e de outros estudiosos da época – para tentar entender o que seria a tal entropia.

**CALOR, MOVIMENTO E TRANSFORMAÇÕES** Até a segunda metade do século 19, ainda não havia consenso entre os estudiosos sobre o que era o calor. Alguns o adotavam como uma substância, um fluido (calórico) que passava de um corpo para outro, como foi o caso do engenheiro e físico francês Sadi Carnot (1796-1832) no estudo das máquinas térmicas. Em oposição, outros concebiam o calor como o movimento adquirido pelas moléculas de um corpo.

O calor como movimento passou a ser uma concepção mais aceita do que a do calórico quando experimentos mostraram que havia uma equivalência entre o trabalho exercido sobre um corpo e a produção de calor. Essa forma de conceber a natureza do calor correspondia àquela prevista pela teoria mecânica do calor e foi a que passou a ser adotada para explicar os efeitos térmicos.

Para Clausius, toda a teoria mecânica do calor poderia ser explicada a partir de duas leis: i) a lei de equivalência calor-trabalho; ii) a lei de equivalência das transformações. Ele se aprofunda na primeira delas em um artigo de 1850 em que mostra, matematicamente, que seria possível encontrar todos os resultados práticos de Carnot com o calórico, considerando o calor como movimento.

Nesse artigo, Clausius argumenta que a quantidade de calor consumida por um corpo é usada para realizar dois tipos de trabalho: i) um interno, que envolveria modificar a forma como as moléculas estão organizadas; ii) um externo, que corresponderia a um aumento de volume ou pressão. Assim, ao aquecer uma determinada quantidade de água (fornecer calor), parte do calor é usada internamente na quebra das moléculas do líquido, para ele se transformar em vapor; outra parte serve para fazer esse vapor se expandir e ocupar um espaço maior.

O 'trabalho interno' foi denominado  $U$ , e, posteriormente, o físico britânico William Thomson (1824-1907) – mais conhecido como lorde Kelvin – deu a ele o nome 'energia'. Tanto o trabalho externo quanto o calor fornecido dependiam da forma como eram produzidos ou fornecidos – por exemplo, pode-se fornecer calor e manter a pressão constante (processo isobárico) ou, então, manter o volume constante (processo isocórico). Porém, a energia (trabalho interno) não – esta dependia apenas da temperatura. Por meio desse raciocínio, Clausius chega à primeira lei da termodinâmica: o princípio da conservação da energia.

Para Clausius, quando o calor se transforma em trabalho, ou vice-versa, em um processo reversível – isto é, o sistema termina um ciclo de trabalho no mesmo estado em que o iniciou (por exemplo, água que congela e depois derrete) –, ocorre uma 'transformação' que faz alterar sua energia interna.

Uma transformação, segundo Clausius, pode ocorrer também quando o calor, a certa temperatura, é transformado em calor a outra temperatura, ou seja, quando passa de um corpo mais quente para um mais frio. Nesse caso, ele está assumindo que a transformação corresponde à mudança no movimento das moléculas do corpo frio ao entrar em contato com o corpo quente, o que também altera a energia interna do corpo.

Uma transformação que puder substituir, em magnitude, qualquer uma das transformações anteriores é cha-

mada transformação equivalente. Nesse caso, temos a lei de equivalência das transformações.

Clausius analisou as transformações e as trocas de calor realizadas por uma máquina térmica ideal que obedece ao chamado ciclo de Carnot. Uma máquina assim teria rendimento de 100% – daí, o termo 'ideal' –, pois, ao final de cada ciclo de funcionamento, todo o calor recebido por ela é transformado em trabalho, sem perdas.

No entanto, transformações com essa natureza reversível não existem na natureza – nem máquinas ideais; caso contrário, poderíamos ter o moto-contínuo, uma máquina que nunca parasse de funcionar, consumindo a energia que ela mesma produz. A consequência disso é que a soma final entre as trocas de calor e o trabalho realizado por uma máquina tende a ser maior que zero – ou seja, há perda de calor. Clausius definiu essa conclusão na forma de uma expressão matemática (uma inequação), à qual deu o nome de entropia ( $S$ ).

A entropia depende da temperatura, sendo nula em processos reversíveis (ideais). Mas tende a um máximo em processos irreversíveis, aqueles que, na prática, ocorrem em nosso cotidiano, em que um sistema não retorna ao seu estado inicial, como um perfume que não volta para dentro do frasco.

Essas ideias não eram totalmente originais à época, mas Clausius introduziu a possibilidade de tratar de processos irreversíveis, supondo que, nesses casos, a entropia aumentaria.

**A DESORDEM E A SETA DO TEMPO** A troca de calor entre dois corpos envolve uma transformação que altera o arranjo de suas moléculas, aumentando sua desagregação, o que, segundo Clausius, aumentaria a 'desordem' do universo.

Como a entropia tende a um máximo, conclui-se que a desordem sempre aumenta. Isso explica por que alguns fenômenos só ocorrem em um determinado 'sentido' e não em outro, mesmo que haja conservação da energia. Por exemplo, um ovo frito não volta a ser um ovo na casca, mesmo se retirarmos dele toda a energia usada para quebrá-lo e fritá-lo.

Portanto, os dois princípios que Clausius afirma no fim do artigo de 1865 – universo tem energia constante, e sua entropia sempre aumenta – regem não somente a termodinâmica, mas também todos os outros fenômenos mecânicos mensuráveis que conhecemos.

Alguns historiadores alegam que, no artigo de 1865, Clausius deixou de reconhecer a contribuição de vários autores em seus trabalhos. E que não quis admitir a influência que essas ideias tiveram em trabalhos contemporâneos de outros. Por exemplo, esse artigo foi, na década de 1870, muito importante no estudo da teoria cinética dos gases e de movimentos moleculares. **CR**

# DO BERÇO AO TUBO DE ENSAIO

Criação: a origem da vida/o futuro da vida

Adam Rutherford

Rio de Janeiro, Zahar, 272 p., R\$ 49,90, e-book: R\$ 24,90



**ESPECULAR SOBRE A ORIGEM** da vida é uma atividade fascinante, que pode nos ocupar por um momento – ao redor de uma fogueira, num acampamento, sob um céu estrelado, por exemplo – ou a vida inteira. Centenas de livros já foram publicados sobre o assunto. Alguns tiveram autores célebres, ‘vacas sagradas’ provindas das fileiras acadêmicas, como o inglês Charles Darwin (1809-1882), o sueco Svante Arrhenius (1859-1927), o austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961), o russo Aleksandr Oparin (1894-1980), o inglês Francis Crick (1916-2004) e tantos outros. Além dos cientistas, há jornalistas e profetas. Em um apanhado das obras mais sérias, é possível perceber nelas certo padrão de encaminhamento.

Compreensivelmente, todos concordam que o fenômeno da vida é intrigante e central. Um dos mistérios que nos cercam, senão o maior deles. Depois, os autores quase sempre narram como o ambiente da Terra primitiva era incompatível com a vida, mas que o gradual esfriamento do planeta, a solidificação da crosta terrestre e a consequente condensação da água permitiram as primeiras reações químicas entre os reagentes presentes. Segue-se um pensamento hegemônico: quase todos, a começar por Darwin, descrevem a proverbial ‘sopa primordial’ como o berço da vida.

O nó górdio começa aí. Nesse ponto, muitos autores aceleram sua narrativa e estrategicamente passam ao largo do processo que propriamente geraria a vida. Essa omissão não contribui para o debate sobre os mecanismos físico-químicos relevantes para a origem da vida e acaba reforçando o caráter místico que costuma acompanhar tais discussões. É como a mistura de sensações que um mágico provoca quando, dramaticamente, remove um lenço ou uma tela e mostra o resultado de sua trucaagem, mas não o processo que aconteceu atrás dessa barreira ocultadora.

Cientistas famosos, como Arrhenius e Crick, pais da hipótese da panspermia, evitam totalmente a questão e transplantam o problema para outras paragens, sugerindo que a vida não surgiu na Terra, mas nos confins do cosmos, e teria chegado aqui a bordo de cometas e asteroides. Felizmente, alguns pensadores encaram a questão de frente, descrevem os detalhes mais relevantes e defendem hipóteses mecanicistas baseadas na química propriamente dita.

No livro *Criação: a origem da vida/o futuro da vida*, o inglês Adam Rutherford faz uma tentativa sincera de inquirir sobre os possíveis mecanismos da criação no contexto físico-químico. É um livro curioso: tem duas partes, uma de cabeça para baixo em relação à outra, como se fosse

intenção do autor enfatizar que os temas abordados são de fato antípodas. Na primeira parte, ele especula sobre como pode ter ocorrido a criação da vida. Na segunda, com esse conhecimento, discorre sobre como se pode agora tentar reproduzi-la no laboratório. Em resumo, a primeira parte é filosófica e a segunda, biotecnológica.

Rutherford é geneticista e sua lealdade temática está claramente voltada para os ácidos nucleicos (DNA e RNA), aos quais coloca como protagonistas do fenômeno da origem da vida. Essa abordagem – vale lembrar a polêmica “no início era a proteína ou o DNA?” – pode resultar também do fato de o autor transitar com maior conforto nessa especialidade da bioquímica. Há no livro longos trechos sobre a história da descoberta do DNA, seu funcionamento e suas propriedades, e sobre o código genético. Mas cabe mencionar que outros problemas relativos à origem da vida em nível molecular antecedem o advento dos ácidos nucleicos. A própria síntese abiótica do DNA e do RNA, nas condições da Terra primitiva, ainda não foi satisfatoriamente explicada.

A química mais básica anterior à vida só começa a ser descrita mais ou menos na metade da primeira parte. Então, o autor descreve os célebres experimentos do químico norte-americano Stanley Miller (1930-2007) na tentativa de sintetizar biomoléculas

a partir de uma mistura de gases que imitariam o ambiente da Terra primitiva. Sabe-se hoje que a síntese química de aminoácidos e outras moléculas é relativamente simples e ocorre até nas nebulosas. Rutherford passa ainda pelo exercício, já meio gasto, da busca de uma definição para a vida, e mais adiante concede que o cenário da origem da vida pode ser não a sopa primordial, e sim as fontes termais submarinas (chaminés), visão que outros autores já compartilham.

Ao se inverter o livro, a segunda parte delinea as conquistas mais recentes da biotecnologia e como esta se aproxima do momento de criar a vida no laboratório. É claro que o texto destaca o geneticista norte-americano J. Craig Venter e suas declarações bom-

básticas sobre a geração da vida sintética. Rutherford apresenta um panorama que não deixa de entusiasmar, dada a celeridade com que a biotecnologia se implantou no nosso cotidiano. O potencial desta no âmbito médico (manipulação de células para reparar defeitos genéticos), as guerras biológicas e as questões éticas envolvidas constituem o arremate do livro.

A sensação geral é a de que estamos no limiar de uma grande transição na biologia. Vale a pena ler o livro, pois Adam Rutherford realiza um esforço honesto de, em poucas páginas,

atualizar o leitor e habilitá-lo a participar de um interessantíssimo fórum de debates e, por que não, até inspirá-lo a contribuir com novas hipóteses. Oxalá haja tempo para que isso ocorra antes do desaparecimento do *Homo sapiens*.

**Franklin Rumjanek**

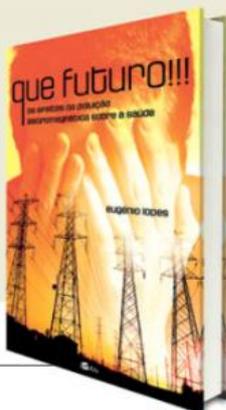
*Instituto de Bioquímica Médica,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

### Que futuro!!! Os efeitos da poluição eletromagnética sobre a saúde

**Eugénio Lopes**

*São Paulo, Schoba, 368 p., R\$ 72*

Invisíveis e presentes em quase todos os lugares habitados, as ondas eletromagnéticas transportam informação e interligam o mundo através de dispositivos que conhecemos bem. Muitos dos efeitos dessas ondas em nosso corpo permanecem, no entanto, desconhecidos. É a esse tema que Eugénio Lopes se dedica em seu livro. Unindo experiência profissional, fatos e relatos, o autor expõe um panorama da situação atual e denuncia os males aos quais estamos sujeitos. O livro ainda traz dicas de segurança e proteção.



### História e raízes do princípio de conservação da energia

**Ernst Mach**

*Rio de Janeiro, Eduerj, 108 p.,  
R\$ 24*

“Não larguemos a mão condutora da história”, escreve o físico e filósofo austríaco Ernst Mach [1838-1916] na introdução deste importante livro, publicado originalmente em 1872. Ao unir história e ciência, o autor levanta diversas reflexões críticas sobre a produção do saber científico. Agora, pela primeira vez em português, o livro integra a coleção Clássicos da Ciência, editada pela Eduerj. O texto explora, a partir de uma perspectiva histórica, um dos conceitos mais importantes da física: energia. Além do rigor científico para demonstrar o desenvolvimento de suas ideias acerca do tema, a narrativa carrega traços marcantes da personalidade do autor – um empirista declarado e defensor da liberdade de pensamento.

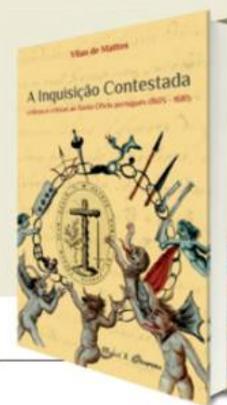


### A Inquisição contestada – Críticos e críticas ao Santo Ofício português (1605-1681)

**Yllan de Mattos**

*Rio de Janeiro, Mauad e Faperj,  
240 p., R\$ 44*

A ideia de que a Inquisição portuguesa existiu de forma monolítica e imutável durante seus 300 anos de duração vem sendo derrubada a cada novo estudo. Baseando-se em pesquisas feitas em vários arquivos europeus, o historiador Yllan de Mattos apresenta nesta obra uma visão de conjunto das resistências e dos protestos contra a Inquisição em Portugal. Ao reunir uma série de registros históricos e grande pluralidade de fontes, o autor enfrenta a crença de que o Santo Ofício foi imbatível até o consulado de Pombal, iniciado em 1750. O livro contempla quatro períodos cruciais do século 17, do tempo da União Ibérica à crise dos anos 1670. A partir dessa análise, o autor conecta uma série de polêmicas e críticas relevantes da época para entender a real história por trás da, até então, “incontestável” Inquisição lusa.





### IMPRESSÃO DA CH

Foi muito triste para mim saber da morte da CH impressa. Foi como saber que um asteroide acertou-me em cheio quando, em dezembro último, fui à sede da revista CH renovar a minha assinatura para 2015 e fui informada de que a revista não seria mais publicada em formato impresso, mas apenas digital. Não renovei a assinatura. A morte da CH impressa é a morte da própria ciência. Sem esse valioso instrumento, nós, estudantes e professores da geração 1970, morreremos junto com a CH impressa. Se nada for feito para mudar isso, resta, para mim e para minha geração, descansar em paz nos túmulos dos cemitérios digitais. Adeus, minha fiel companheira de uma década de jornada.

**Sarah Abraão Cavalcante de Souza**  
Por correio eletrônico

**CH** O Instituto Ciência Hoje de fato pensou em transformar a CH em uma revista exclusivamente digital, e essa informação foi dada à leitora, quando nos procurou. Mas temos a felicidade de informar que a revista – empenhada há mais de 30 anos em divulgar ciência, e em especial o trabalho e as conquistas dos cientistas brasileiros – continuará a ser impressa.

### ARANHAS SOCIAIS

Muito interessante! Ótima matéria! [‘Dóceis e agressivas; seleção em grupo?’, na seção ‘Mundo de Ciência’, em CH 320]

**Alessandro Cezar**  
Comentário na CH On-line

### FUTEBOL E EDUCAÇÃO I

Com irmã e cunhado educadores físicos, brinco que ambos são ‘profissionais do corpo’. Vejo a atuação e interesse deles tanto na aplicação de técnicas físicas e esportivas quanto na educação envolvida. Foi com muito interesse que li o artigo ‘Futebol e educação – uma relação necessária’ (CH 321), pois discute o princípio da superação de problemas sociais pela institucionalização de um objetivo comum. É como o Sputnik, que foi o estopim para a criação da base científica e tecnológica da antiga União Soviética. O esporte, notadamente o futebol, carrega essa possibilidade para nosso país. Quiçá, com a proximidade das Olimpíadas, ainda possamos fazer mais educação, ciência e tecnologia com o nosso Sputnik da bola.

**Adilson Roberto Gonçalves**  
Campinas, SP

### FUTEBOL E EDUCAÇÃO II

O artigo se restringe ao futebol, mas será que não deveríamos refletir sobre o impacto dessa hegemonia de apenas um esporte em relação aos outros no país? A mídia apenas retroalimenta essa hegemonia. O benefício cultural e educacional do futebol não é maior que o do vôlei ou o do basquete, por exemplo. Quem acompanha o futebol ao longo das décadas nota que hoje a mercantilização desse jogo ocupa o lugar central. Deveríamos é repensar os esportes de base, coma função social de lazer, e não fomentar cada vez mais o esporte espetáculo.

**Mário Ferreira Neto**  
Comentário na CH On-line

### FUTEBOL E EDUCAÇÃO III

O futebol é um esporte muito rico em possibilidades. Ensinado corretamente, desenvolve disciplina pessoal, disciplina tática, respeito às limitações do corpo humano e, o mais importante, saúde.

**Manuel Macias**  
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

### ENTUSIASMO

Estou muito satisfeito em poder usufruir dessa respeitável revista, a CH, em poder receber com bom entusiasmo e proveito as matérias dessa referência científica. A revista contribui para a paz e o progresso das famílias e da população em geral. É tão proveitosa e eficaz. Parabéns a todos da redação.

**Aelson José da Silva**  
Comentário na CH On-line

**CH** Agradecemos os elogios. Apesar das dificuldades para divulgar a ciência feita no Brasil, pretendemos continuar levando informação de qualidade aos leitores.

### TELESCÓPIOS

O investimento na ciência [ver matéria ‘Olhos brasileiros no espaço’, em CH 321] faz jus à sociedade que quer sair das trevas e das cavernas.

**Orlando Sena dos Santos**  
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

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)

ILUSTRAÇÃO: LUZ BALTAR. FOTO: WWW.FREEMAGES.COM





FOTO: CECILIO RODRIGUES

## DESAFIO

Suponha que o volume de sua TV varie em saltos: nível um, dois, três... Será que sempre conseguiremos encontrar o volume perfeito?

A experiência praticamente todo mundo já teve: ao tomar banho, inicia-se o difícil processo de regulagem da temperatura. A água começa fria e, à medida que aumentamos o fluxo de água quente, a temperatura passa de fria para morna para perfeita até... impossivelmente quente! Revertemos o registro, e a água volta a ficar fria. Em algum momento, o processo termina: ou achamos o ponto ideal, ou nos acostumamos com o que temos.

Por trás dessa busca pela temperatura perfeita, reside um teorema matemático importante. Como há um ponto para o qual a água está muito fria e outro para o qual está muito quente, sabemos que há um ponto intermediário no qual a temperatura é exatamente a que queremos. O teorema matemático que explica por que nossa busca não é em vão – atenção para um belo nome – é o teorema do valor intermediário. Expliquemos.

No exemplo do banho, temos uma quantidade (temperatura da água) que depende continuamente da posição do registro de água quente – assim, dizemos que a temperatura é função dessa posição. Além do mais, a temperatura varia continuamente com a variação do registro: se abrimos a água quente um pouco mais, a temperatura aumenta um pouco também.

Intuitivamente, esse teorema garante que, se uma função varia continuamente entre dois valores, então, essa função passará por todos os valores intermediários – daí o nome do teorema.

Esse teorema foi provado pela primeira vez pelo matemático e padre católico de origem tcheca Bernard Bolzano (1781-1848), e para isso ele usou a noção de continuidade (algo que, como nossa torneira, varia sem saltos). E como, em geral, todo belo resultado matemático tem aplicações interessantes e inesperadas, o de Bolzano não é exceção. Por exemplo, você sabia que, caso caminhe sobre a linha do equador

terrestre, encontrará dois pontos diametralmente opostos (chamados pontos antípodos) com exatamente a mesma temperatura?

Bolzano nos ajudará a entender o porquê.

Escolha um ponto arbitrário, denominado A, do equador, bem como sua antípoda, que será o ponto B. Calcule a diferença de temperatura entre esses dois pontos. Se for zero, acabou nossa busca. Mas digamos que a temperatura em A é  $37^\circ$  e, em B,  $35^\circ$ ; portanto a diferença de temperaturas entre A e B é  $2^\circ$ . Nesse caso, voltemos a caminhar sobre a linha do equador, sempre calculando a diferença de temperatura entre o ponto em que estamos (A) e seu antípoda (B). Depois de completar meia volta, o ponto A ocupará a posição que era do ponto B, e este a que era do ponto A. Calculando a diferença de temperatura entre A e B, veremos que, se antes ela era positiva, agora é negativa ( $35^\circ - 37^\circ = -2^\circ$ ).

Mas o que Bolzano tem a nos dizer sobre isso?

A resposta tem a ver com a regulagem da água de nosso chuveiro. Se inicialmente a diferença era positiva – pense na água muito fria – e, no fim, negativa – água muito quente –, então, há um par de antípodos intermediário (ou seja, entre A e B) para o qual a diferença de temperatura deve ser necessariamente zero (água na temperatura ideal).

Pausa para apreciação do belo e inusitado.

Talvez, depois de tanto esforço... Um bom banho (mas rápido, por causa da crise hídrica!) se faça necessário. E, agora, com a ajuda da matemática, sabemos que a temperatura ideal está lá! **CH**

**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Claro que o chocolate diminuiu – afinal, tiramos um quadradinho. Então, na barra que sobrou, podemos ver que falta uma faixa intermediária, cuja área corresponde exatamente à do quadradinho retirado.

### MARCO MORICONI

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

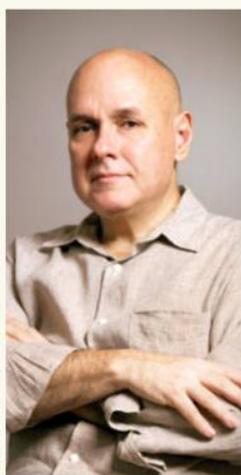


FOTO: CICERO RODRIGUES

*Se queremos redistribuir o poder político no país, qual a direção desejada dessa realocação de recursos políticos – mais poder para os cidadãos, para os representantes ou para o governo?*

## A REFORMA DA POLÍTICA

Um antigo anúncio dos anos 1960 asseverava que nove entre 10 atrizes de cinema preferiam uma determinada marca de sabonete. Não se sabia bem por que nem mesmo se era fato. O importante é que a repetição do mantra acabava por criar hábitos de imitação e consumo. Pois bem, 11 entre 10 brasileiros parecem apoiar de modo decisivo uma reforma política urgente no país. Quando indagados de seus motivos, dizem estar fartos dos hábitos políticos vigentes, no que têm de lesivos ao interesse público e de refratários a normas de direito penal em vigor. Em suma, querem políticos melhores e, se calhar, melhores pessoas – mais honestas e dedicadas a causas públicas.

Nada se poderá dizer que contradiga tal expectativa. Afinal, quem não gostaria de ser cuidado, amado ou governado por pessoas boas, dotadas de bons princípios de moralidade e dispostas a atitudes – e, no limite, sacrifícios – altruístas? Mas, se a expectativa é inatacável, seu nexa com o desejo de uma reforma política não é, de modo algum, incontroverso. Se por reforma política entendermos modificações no sistema eleitoral – ou seja, no modo pelo qual votos são transformados em cadeiras parlamentares –, estamos a falar de regras e não de requisitos de moralidade pessoal ou hábitos de cultura política. Em termos diretos, nenhum dos sistemas eleitorais vigentes no planeta – muitas dezenas, a propósito – é capaz de evitar a eleição de patifes.

Há, portanto, uma distinção de ordem conceitual e prática entre qualidade de política e sistema de regras eleitorais. É evidente que essas duas dimensões possuem consideráveis interseções, mas é importante compreender que se trata de coisas distintas.

As regras eleitorais podem favorecer ou limitar formas de ação política, assim como suas implicações institucionais. Uma fórmula eleitoral, por exemplo, segundo a qual os eleitores escolhem entre listas partidárias, sem indicação de candidatos individuais, tende a fortalecer os partidos e suas direções. Já outra baseada na escolha de representantes individuais, ainda que vinculados a listas partidárias, em

princípio favorece uma personalização da representação. Há quem goste, com boas razões e argumentos técnicos, de ambos os modelos. O que se está aqui a indicar é que nenhum deles é capaz de garantir a qualidade da política.

Se entendermos por qualidade da política a presença de um padrão de responsabilidade pública por parte dos eleitos, que os impeçam (i) de agredir os preceitos legais, (ii) do uso da mentira na política e (iii) da indiferença com relação às expectativas dos eleitores, fora dos períodos eleitorais, outros aspectos além das fórmulas eleitorais devem ser levados em conta.

Nas próximas colunas, pretendo considerar com mais atenção alguns dos problemas e temas envolvidos no ainda incipiente debate a respeito do que se designa como ‘reforma política’. Deixo já, aqui, uma das dimensões que devem ser, a meu juízo, necessariamente consideradas, a que diz respeito à distribuição do poder político em um regime democrático.

Uma reforma da política, ainda que não saibamos bem o que significa, se for minimamente efetiva traz implicações no que diz respeito à distribuição do poder político, entre cidadãos, representantes e governo. Se não for inócua, haverá, de modo necessário, alteração na distribuição de recursos políticos entre os três sujeitos mencionados. Assim como uma reforma de previdência sempre traz implicações para direitos dos segurados e para o caixa do governo, uma reforma política jamais poderá ter consequências neutras. Nesse sentido, seria bom, antes de tratar do tema, responder à pergunta: se queremos redistribuir o poder político no país, qual a direção desejada dessa realocação de recursos políticos – mais poder para os cidadãos, para os representantes ou para o governo?

Se uma reforma dos hábitos políticos parece ser importante, é igualmente crucial não ficar a repetir mantras. A escolha de sabonetes pode ser inócua, mas sempre é possível piorar o sistema de regras, sobretudo se reformas tiverem como protagonistas portadores dos hábitos que se deseja superar. Como já disse, voltarei ao ponto. **Ch**

### RENATO LESSA

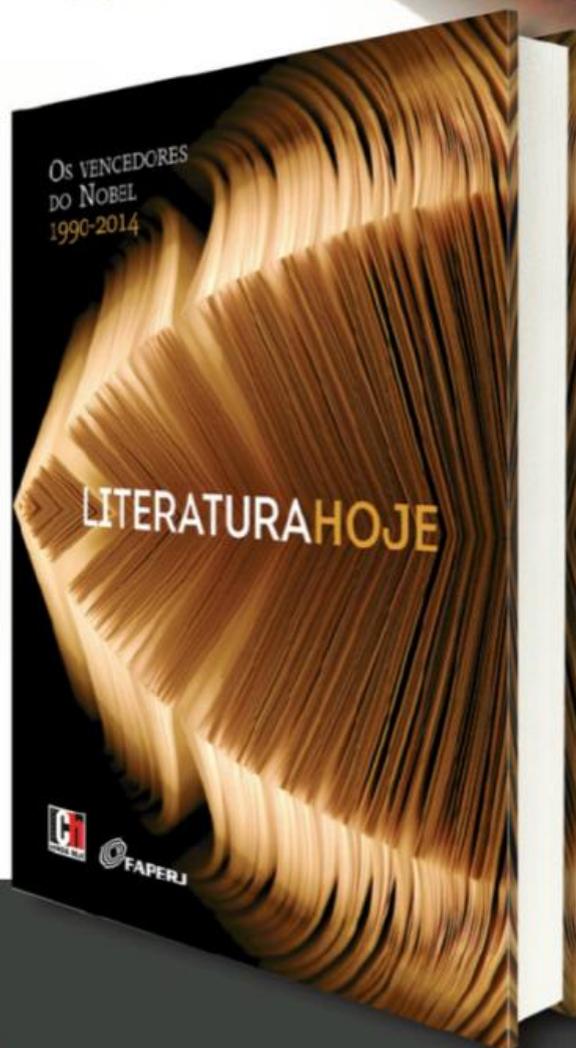
Fundação Biblioteca Nacional e Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa  
renato.lessa@bn.br

# LITERATURAHOJE

OS VENCEDORES DO NOBEL 1994-2014

Os ensaios breves reunidos neste livro oferecem um panorama das tendências literárias mundiais dos últimos 25 anos

.....  
**A obra é um convite  
à reflexão sobre as escolhas  
polêmicas da Comissão  
Nobel de Literatura**



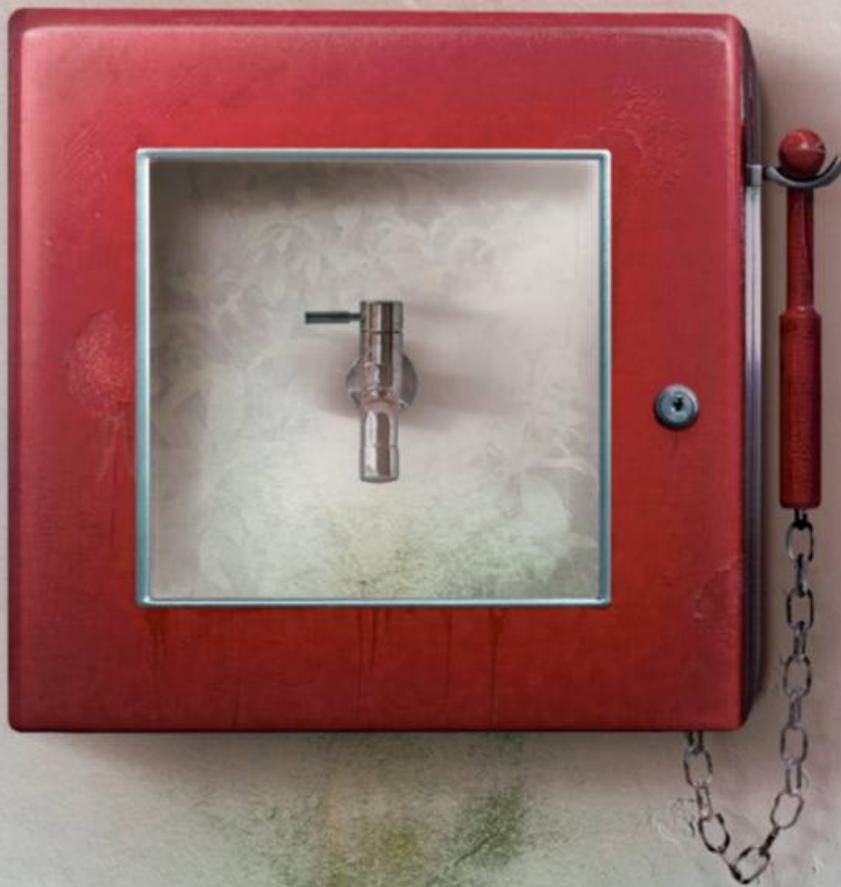
**PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR**

.....  
**0800 727 8999**  
.....

[www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

**VISITE NOSSA  
LOJA VIRTUAL**

**USE EM CASO DE EMERGÊNCIA.**



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

