

# CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 313 | VOLUME 53 | ABRIL 2014 | R\$ 10,95



## sobre Cultura

As paixões e a cultura universal  
de Otto Maria Carpeaux

## CHUTE DE BICICLETA

A física por trás das  
piruetas do futebol

## SIMON SCHWARTZMAN

A trajetória de um sociólogo  
que fez história

# CHEIOS DE LIXO

Ambientes costeiros  
e marinhos sob ameaça



# É MAIS FÁCIL SALVAR O PLANETA DO QUE SE ESCONDER DE AMIGO CHATO NO BATE PAPO.

USE O **SEU PODER**  
E SALVE O PLANETA.

60+

HORA DO  
PLANETA

O WWF-Brasil faz a parte difícil: atuar em projetos para combater a extinção de espécies ameaçadas, para a conservação de recursos naturais, redução do impacto ambiental e crescimento sustentável. Para você, fica o mais fácil: ajudar. É só se afiliar ao WWF-Brasil. Você vai perceber que tem coisas muito mais complicadas na sua vida do que salvar o planeta.



Ligue ou acesse o site e afilie-se agora  
0300 789 5652  
[wwf.org.br/horadoplaneta](http://wwf.org.br/horadoplaneta)



DESDE 2012, A TAM LINHAS AÉREAS APOIA OS PROGRAMAS DESENVOLVIDOS PELO WWF-BRASIL

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

**DIRETORIA**

**Diretor Presidente** | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)  
**Diretores Adjuntos** | Caio Lewenkopf (Instituto de Física/UFRJ) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ)  
**Superintendente Executiva** | Elisabete Pinto Guedes  
**Superintendente Financeira** | Lindalva Gurfield

**CIÊNCIA HOJE | SBPC**

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

**REDAÇÃO**

**Editora Executiva** | Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Mendonça; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Moutinho. **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilardo e Lucas Lucarini; **Colaboraram neste número** | Fernanda Távora, Franciele Petry Schramm e Mariana Rocha; **Revisoras** | Elissa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho  
**ARTE** | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.  
**Diretora de Arte** | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar (ampersand@ampersanddesign.com.br)

**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  
**SUL** | Curitiba | Correspondente | Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná  
**SÃO PAULO** | Correspondente | Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (13) 99756-0848 e (13) 3329-4803.  
**PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL** | Superintendente | Ricardo Madeira; | **Publicidade** | Sandra Soares (gerente); End.: Rua Dr. Fabricio Vampre, 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**  
**BRASÍLIA** | Joaquim Barroncas – Tels.: (61) 3328-8046/9972-0741.  
**PRODUÇÃO** | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araujo  
**RECURSOS HUMANOS** | Luiz Tito de Santana  
**EXPEDIÇÃO** | Gerente | Adalgisa Bahri  
**IMPRESSÃO** | EDIGRAFICA  
**DISTRIBUIÇÃO** | FC Comercial e Distribuidora S/A  
**CIÊNCIA HOJE** | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 2541-5342 | Redação | cienciahoje@cienciahoje.org.br

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (11) 3355-2130.

**APOIO:**



A Darcy Fontoura de Almeida, em memória

# MEMÓRIAS RECENTES

“O incêndio da antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, na Rua Maria Antonia, [em São Paulo] é hoje um símbolo que diz respeito a *toda* a universidade brasileira e às ameaças, diretas e indiretas, que pairam sobre ela” (editorial, *CH* n° 13, 1984). É também um retrato de como o regime militar, que se instalou no poder em 1° de abril de 1964, tratou a nossa universidade.

Manter viva a memória do que ocorreu, na ciência e fora dela, nos 21 anos de ditadura militar é um compromisso da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e de *Ciência Hoje*. A revista nasceu em 1982, no início de uma “abertura lenta e gradual”, proposta pelo próprio regime de exceção. Um processo político retardado por atentados violentos como o do Riocentro, no Rio de Janeiro, que quase dizimou milhares de pessoas em evento comemorativo do Dia do Trabalho, em 1981.

Os depoimentos que encontramos em *O massacre de Manguinhos*, de Herman Lent, e em *A universidade interrompida*, de Roberto Salmeron, retratam em cores fortes o processo de cassação dos direitos políticos de pesquisadores e o desmonte de projetos exemplares de institucionalização da ciência que estavam em curso nos anos 1960. Encontravam-se entre seus idealizadores e realizadores, diretores e sócios da SBPC. Lent foi, como tantos outros, um dos ilustres pesquisadores cassados e afastados de seus laboratórios. Salmeron demitiu-se da UnB, juntamente com 222 professores, em consequência das sucessivas interferências militares na condução científica e acadêmica da universidade.

A reunião anual da SBPC, em 1977, foi vetada pela ditadura. A Pontifícia Universidade Católica de São Paulo acolheu o evento, à revelia das ordens militares e com o apoio de Dom Paulo Evaristo Arns.

Em outro editorial, de março de 1984, *Ciência Hoje* afirmava: “... A SBPC resolveu tomar posição em favor do restabelecimento imediato das eleições diretas para a Presidência da República (...) consciente de que (...) urge legitimar (...) e procurar [um projeto] com sentido maior, que reúna a nação na construção de uma sociedade em que todos se sintam participando de algo que os transcenda”.

As eleições de 1985 não foram diretas; a frustração do povo que havia ocupado as ruas com grandes manifestações pelas ‘Diretas já’ deixou marcas profundas na história do Brasil. Nos quase 30 anos que nos separam dessa eleição indireta, ocorreram indiscutíveis progressos em nossa democracia. No entanto, o apoio à ciência e às suas instituições é instável: não sofre mais os expurgos e agressões físicas, mas o seu financiamento é objeto de permanente instabilidade. A ciência, de fato, não é objeto de uma política de Estado.

Sucessivos governos deram significativo apoio ao programa de formação de recursos humanos especializados – conquista importante da sociedade. O orçamento para pesquisa em ciência e tecnologia, entretanto, sofre periódicas descontinuidades. Neste ano, os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e do próprio Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) dedicados à pesquisa básica foram reduzidos.

A SBPC e a *Ciência Hoje* promoveram, ao longo de sua história, a pesquisa científica básica, seu financiamento e ponderadas aplicações. Buscam com determinação popularizar a ciência, oferecendo à sociedade um instrumento de defesa dos direitos de cidadania e democracia. Estiveram e estão empenhadas em preservar a memória e a verdade, em construir o futuro.

Ennio Candotti  
 EDITOR CONVIDADO



CAPA:

© SÉRGIO MORAES / REUTERS

<b>CH ON-LINE</b>	<b>3</b>	
<b>O LEITOR PERGUNTA</b>	<b>4</b>	Que material forma a lente do olho, o cristalino, e como ele funciona?   A nossa espécie e os neandertais devem ser denominados como espécies diferentes ou como subespécies?   O projeto norte-americano Haarp tem a capacidade de interferir no mundo e no clima?
<b>ENTREVISTA</b>	<b>6</b>	JOSÉ LUÍS FIORI   ATLÂNTICO SUL: MILITARISMO REVISITADO   Cientista político analisa o controle militar do sul do Atlântico por Estados Unidos e Inglaterra
<b>EXATAMENTE</b>	<b>9</b>	FORMA E FUNÇÃO   Cristalografia de raios X ganha novo impulso no Brasil
<b>MUNDO DE CIÊNCIA</b>	<b>10</b>	

**A FÍSICA DA BICICLETA NO FUTEBOL** **16** Movimentos do esporte mais popular do Brasil podem ser mais bem compreendidos por meio da física  
 Por Marcos Duarte

**LIXO NOS MARES** **22** Conservação marinha e gestão de resíduos sólidos devem se complementar para combater poluição de oceanos por lixo  
 Por Andréa de Lima Oliveira, Flávia Cabral Pereira e Alexander Turra

**O QUE TEMOS A VER COM ISSO?** **26** Resíduos de atividades humanas em ambientes costeiros trazem perdas ecológicas, estéticas, sociais e econômicas  
 Por Maria Christina B. de Araújo e Jacqueline S. Silva-Cavalcanti

**LHC PARA ALÉM DO BÓSON DE HIGGS** **30** Conhecimento gerado no maior acelerador de partículas do mundo deu origem a muitas inovações tecnológicas  
 Por Arthur Marques Moraes



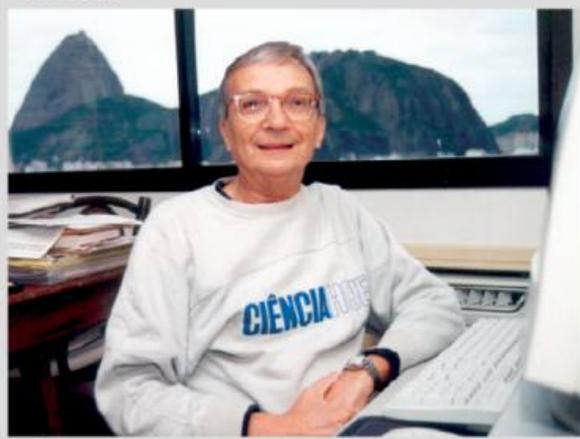
<b>A PROPÓSITO</b>	<b>15</b>	SALVO PELO QI   Países lançam mão de testes de inteligência em decisões judiciais
<b>EM DIA</b>	<b>34</b>	EMBATE ECONÔMICO E AMBIENTAL   Ilha do Arvoredo pode deixar de ser uma reserva biológica marinha
	<b>36</b>	TRANSFORMAÇÃO DE POLUENTES   Técnica permite produzir óxido de ferro com resíduos de carvão mineral
	<b>37</b>	SOLUÇÃO CRIATIVA   Novo composto permite reaproveitar glicerina gerada na produção de biodiesel
	<b>38</b>	MIL E UMA APLICAÇÕES   Estudos ampliam usos da espectroscopia Raman para diversos setores
	<b>39</b>	REAÇÃO FACILITADA   Ação de enzimas usadas em indústrias alimentícias pode ser potencializada
	<b>40</b>	TUDO EM FAMÍLIA   Programa de computador analisa faces e detecta parentescos
<b>LINHA DO TEMPO</b>	<b>45</b>	ESCAVANDO A REVOLUÇÃO FRANCESA   Ritos, mitos e símbolos falam mais do que protagonistas
<b>PERFIL</b>	<b>46</b>	SIMON SCHWARTZMAN   CRÍTICO VIRTUOSO   Uma história de perseverança e sucesso na sociologia brasileira
<b>ENSAIO</b>	<b>54</b>	MEIO SÉCULO DEPOIS   País busca consolidar democracia conquistada após 50 anos de autoritarismo
	<b>55</b>	A DITADURA FAZ 50 ANOS   Golpe de 1964 teve forte apoio civil e não foi movimento apenas militar
<b>CIDADE INTEIRA</b>	<b>57</b>	A BOA CIDADE SE PROJETA   Qualidade do mundo urbano exige espaço democrático
<b>RESENHA</b>	<b>58</b>	UM TANTO DE LOUCURA   Resenha do livro <i>O que é loucura? Delírio e sanidade na vida cotidiana</i> , de Darian Leader
<b>MEMÓRIA</b>	<b>60</b>	QUÍMICA DAS CÉLULAS VERMELHAS   Descoberta da hemoglobina, há 150 anos, desvendou parte das funções sanguíneas
<b>CARTAS</b>	<b>62</b>	
<b>QUAL O PROBLEMA</b>	<b>63</b>	MEGASSURPRESA   Probabilidade de saírem números seguidos é igual à de qualquer seleção
<b>SOBREHUMANOS</b>	<b>64</b>	O FANTASMA DE 1964   Efeitos do regime de exceção ainda são desconhecidos

BÚSSOLA

GALERIA

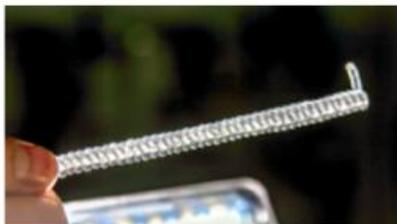
INSTITUTO CH

VIDEO

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA > Adeus a um grande amigo**

ICH se despede de Darcy Fontoura de Almeida. O geneticista, biofísico e um dos fundadores da revista *Ciência Hoje* foi vítima de pneumonia dupla aos 83 anos.

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



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

**ENGENHARIA > Força e simplicidade**

Pesquisadores descobrem que fios de náilon enrolados como uma mola se comportam como supermúsculos capazes de aguentar 100 vezes mais peso que a musculatura humana.

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

**CIÊNCIAS AMBIENTAIS > Bonito ou Lindo?**

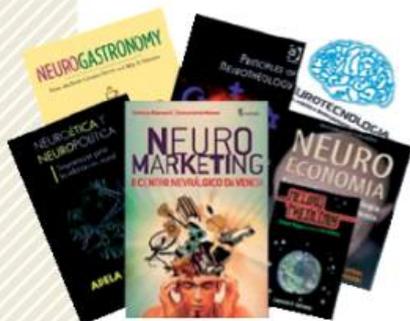
As virtudes e mazelas de um dos destinos ecoturísticos mais valorizados do Centro-oeste brasileiro são o foco da coluna deste mês de Jean Remy Guimarães. São muitos os problemas, mas nem tudo está perdido.



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

**EDUCAÇÃO > A ascensão da neurobobagem popular**

Bióloga e educadora comenta como a apropriação indevida do conhecimento e a deturpação de dados de pesquisa vêm alavancando a comercialização de produtos que nada têm de científicos.



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

**NEUROCIÊNCIAS > Droga ou remédio?**

Em entrevista à *CH On-line*, neurocientista dinamarquesa fala sobre estudos que buscam compreender a ação do *ecstasy* e de outros alucinógenos na química cerebral e no humor dos usuários e os potenciais benefícios de seu uso médico controlado.



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

Acompanhe a *CH On-line* também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

FÁBIO SINKARCZUK ESPÍNDOLA E KAMILA RUDEK,  
POR CORREIO ELETRÔNICO

## Que material forma a lente do olho, o cristalino, e como ele funciona?

O **CRISTALINO** é uma lente gelatinosa, convergente e de grande elasticidade, situada no olho, logo atrás da íris. É formado por células de tecido epitelial que, no período embrionário, se diferenciam, se alongam e perdem suas organelas, dando origem a fibras finas e longas. Compostas por proteínas, essas fibras formam camadas paralelas (como as de uma cebola). Essa estrutura fica contida em uma 'capa' proteica, o colágeno.

Como a capa e as fibras internas são transparentes, já que as células originais perderam as organelas, inclusive o núcleo, não há elementos que dispersem a luz. No entanto, à medida que o indivíduo envelhece, ocorre degeneração das proteínas e a transparência é perdida: a lente se torna progressivamente opaca (processo chamado de catarata).

O cristalino é responsável por um terço da capacidade de convergência da luz do olho humano – o restante cabe à córnea, estrutura também transparente situada na frente do globo ocular –, mas ele pode alterar sua forma, modificando o ângulo de convergência e, com isso, ajustando o foco das imagens.

Essa mudança depende de um conjunto de ligamentos (a zônula) disposto em torno do cristalino (para sustentá-lo na posição atrás da íris) e de um músculo circular da parede interna do olho (músculo ciliar), ao qual a zônula está ligada. Assim, quando olhamos um objeto distante, o músculo ciliar está relaxado (mais aberto) e a zônula distendida, 'puxando' as bordas do cristalino e reduzindo a curvatura de suas faces.

Quando trazemos o objeto para perto, a imagem parece borrada de início, mas, em milésimos de segundo, o músculo ciliar se contrai, levando ao relaxamento da zônula e do próprio cristalino, que fica mais 'bojud' (com maior curvatura nas faces). Isso aumenta o poder de convergência dessa lente e torna nítida a imagem mais próxima. Com a idade, a elasticidade do cristalino diminui, e a capacidade de acomodação a imagens próximas é comprometida (é a chamada presbiopia).

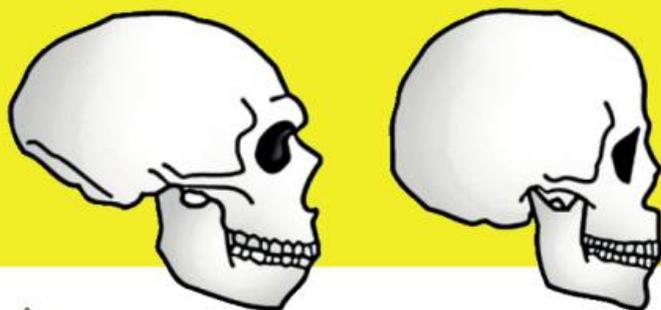
*Alexandre Bezerra*

DEPARTAMENTO DE CIRURGIA (DISCIPLINA DE OFTALMOLOGIA),  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE,  
COMITÊ PARALÍMPICO BRASILEIRO E COMITÊ PARALÍMPICO INTERNACIONAL

FOTO: SBC/IM

JOÃO DE JESUS MARTINS, POR CORREIO ELETRÔNICO

## A nossa espécie e os neandertais devem ser denominados como espécies diferentes ou como subespécies?



**NÃO EXISTE UM CONSENSO** na comunidade científica sobre essa questão. Desde a descoberta do primeiro fóssil de neandertal em 1856 no vale de Neander, na Alemanha, a posição dos neandertais dentro da linhagem humana tem sido contestada por diversos cientistas. A posição desse homínido arcaico como um gênero separado (*Homo neanderthalensis*) ou como uma subespécie *sapiens* (*Homo sapiens neanderthalensis*) é um tópico altamente debatido. Vários paleoantropólogos afirmam que há diferenças morfológicas suficientes entre as duas espécies (*neander-*

## O projeto norte-americano Haarp tem a capacidade de interferir no mundo e no clima?

**É POUCO PROVÁVEL** que haja qualquer interferência. O Programa de Pesquisa Ativa de Alta Frequência de Auroras (Haarp, na sigla em inglês) é um projeto norte-americano iniciado em 1999 para estudar a propagação de ondas na ionosfera, camada atmosférica situada entre 70 e mil km de altitude, e rica em partículas eletricamente carregadas. O programa é sediado em Gakona, no Alasca, e financiado pela Força Aérea e pela Marinha dos Estados Unidos, por sua Agência de Defesa para Projetos de Pesquisa Avançados e pela Universidade do Alasca. Esse tipo de estudo pode ajudar a desenvolver novas tecnologias para telecomunicações e navegação. Consta que o projeto está inativo desde maio de 2013, aguardando uma renovação de contrato com as instituições envolvidas.

O que provavelmente gerou desconfiança em relação ao estudo foi o financiamento por instituições militares e de defesa, além do modo de operação: o principal instrumento do experimento enviava à ionosfera um pulso ou um sinal

contínuo de alta potência (com cerca de 3,6 megawatts, equivalentes à eletricidade consumida por cerca de 540 residências), para depois analisar a reação da ionosfera à descarga extra. As suspeitas levaram à alegação de que esse tipo de interferência na ionosfera poderia ter consequências danosas ao planeta, e até de que este seria o objetivo do projeto, o que aos olhos dos cientistas não parece ser verdade.

Vários artigos científicos resultantes das experiências foram publicados em renomadas revistas de pesquisa, atestando os objetivos do programa. Também é verdade que, desde seu início, surgiram 'teorias de conspiração', atribuindo ao projeto eventos observados no planeta, como inundações, terremotos, síndromes identificadas em soldados que atuaram na guerra do Golfo e outros. Nada disso jamais foi provado, mesmo que de forma superficial, indicando que se trata apenas de temor exagerado em relação a um es-

tudo com características que atraem os formuladores e adeptos dessas teorias.

O financiamento militar é justificado pelo interesse em aprimorar sistemas de comunicação, em especial com submarinos, que usam a faixa de frequências investigada pelo Haarp, e pelo temor de que os momentos de pico do ciclo de 11 anos da atividade solar natural causem danos às comunicações e aos sistemas de geração de energia. Atualmente, estamos no pico de atividade de um ciclo solar, que vem provocando tempestades magnéticas. Há uma área nova de pesquisa e aplicação, que pode ser chamada de 'meteorologia espacial' (*space weather*, em inglês) e que visa monitorar todas as interações de partículas e energia vindas do espaço, para minimizar problemas que possam ser gerados por uma erupção solar maior ou por eventos em outros objetos celestes.

Como a atuação dos sinais emitidos pelos instrumentos do Haarp ocorre em uma área relativamente pequena, em uma camada elevada da atmosfera, a probabilidade de qualquer tipo de interferência observável no mundo ou no clima terrestre é mínima.

*Eder C. Molina*

INSTITUTO DE ASTRONOMIA,  
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS,  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*thalensis e sapiens*) para considerá-las distintas.

Entretanto, a publicação, em 2010, do genoma do neandertal e do denisova — hominídeo que conviveu com os *Homo sapiens* e neandertais entre 1 milhão e 40 mil anos atrás — deu novos rumos ao debate. Depois do mapeamento genético desses hominídeos e de sua comparação com o genoma de humanos atuais, descobriu-se que há uma contribuição genética dos humanos arcaicos em descendentes vivos de europeus e asiáticos. Ou seja, o *Homo sapiens* atual carrega genes dos neandertais e dos denisovas. Essa nova

informação levantou novamente a questão sobre se o neandertal seria uma subspecie *sapiens*.

Considerando os dados genéticos, a tendência seria a classificação do neandertal como *Homo sapiens neanderthalensis*. Todavia, não existe um consenso e a maioria das publicações recentes ainda usa a nomenclatura *Homo neanderthalensis*, como uma espécie distinta.

*Vanessa Rodrigues Paixão Côrtes*

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, DEPARTAMENTO  
DE GENÉTICA, UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

### CARTAS PARA A REDAÇÃO

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

JOSÉ LUÍS FIORI

# ATLÂNTICO SUL: MILITARISMO REVISITADO

Nem todos sabem. Mas, nas barbas do litoral brasileiro, há uma rotina complexa de exercícios militares empreendidos pelas forças navais de diversos países – notadamente dos Estados Unidos e da Inglaterra. Com direito a navios de guerra armados até os dentes, mísseis poderosos, ogivas nucleares e até submarinos atômicos, os norte-americanos esmeram-se na tarefa nada inocente de monitorar o Atlântico Sul. Já os britânicos, bem, eles também ostentam notável poderio militar em suas numerosas bases estrategicamente posicionadas nas ilhas desse oceano austral. Por quê? Quem nos dá a resposta é o cientista político José Luís Fiori, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ele é autor de, entre outros livros, *O poder global e a nova geopolítica das nações*

(editora Boitempo, 2007). Fiori coloca à mesa lembretes desconfortáveis. E reposiciona, à luz da opinião pública, um debate ao qual poucos têm dedicado atenção.

HENRIQUE KUGLER | CIÊNCIA HOJE | RJ



**É mesmo correto dizer que o controle militar sobre o Atlântico Sul está nas mãos dos estadunidenses e dos britânicos?** Tanto a Inglaterra quanto os Estados Unidos sempre lutaram para conquistar e controlar todos os pontos estratégicos das grandes linhas de comunicação marítima dos oceanos do mundo. No caso do Atlântico Sul, basta contar o número de ilhas e bases militares de domínio inglês: Ascensão, Santa Helena, Tristão da Cunha, Malvinas, Shetlands do Sul, Orcadas do Sul, Sanduíche do Sul, Gough e Georgias do Sul. Também existem bases militares da Otan [Organização do Tratado do Atlântico Norte] na costa ocidental da África e no Atlântico Sul. E os Estados Unidos mantêm uma parceria quase étnica com a Inglaterra; detêm, em última instância, o controle da Otan. Lembrando: os nor-

te-americanos movimentam ostensivamente sua IV Frota Naval, encarregada de supervisionar o Atlântico Sul. São navios com mísseis estratégicos e ogivas nucleares. E também submarinos atômicos. Fora isso, eles têm uma base militar de grande porte na ilha de Ascensão. E mais dois comandos militares com capacidade de ação na mesma área: o Ussouthcom, criado em 1963, e o Africom, criado em 2007. Se o controle militar do Atlântico Sul está nas mãos dos britânicos e dos norte-americanos? Creio que não é necessário acrescentar nada mais... Os Estados Unidos hoje controlam ou ocupam posições estratégicas em todos os oceanos, além do espaço aéreo e cósmico. Desta perspectiva, pode-se dizer que o Atlântico Sul é apenas mais um dos caminhos por onde passa o poder global anglo-saxão.

**Em junho de 2008, o jornal *Le Monde Diplomatique* associou esses movimentos militares à preocupação, por parte dos norte-americanos, com os governos de centro-esquerda que se popularizavam na América do Sul. Faz sentido? É uma hipótese absolutamente verossímil, se levarmos em conta os antecedentes históricos das intervenções diretas e indiretas dos Estados Unidos na América Latina. Para os norte-americanos, sua hegemonia hemisférica é um dado de realidade inquestionável, um verdadeiro destino manifesto por Deus e que deve ser defendido de todas as maneiras possíveis.**

**O senhor diz que “o Brasil é um país vulnerável quanto à capacidade de defesa de sua costa e de sua plataforma marítima”. Acha que deveríamos nos preparar militarmente para exercer maior controle sobre a região?** Gostemos ou não, esse é um imperativo do sistema interestatal em que vivemos pelo menos desde o século 16. Todos nós temos direito de sonhar e lutar por um mundo diferente, pacífico e cosmopolita. Mas nossos governantes têm a obrigação de proteger seus cidadãos e de defender a soberania do país em qualquer circunstância – na paz ou na guerra.

Como já tive oportunidade de discutir em outros trabalhos acadêmicos, a história e as tendências de longo prazo do sistema interestatal não deixam dúvidas de que se trata de um universo onde ‘quem não sobe, cai’. Nesse universo, o cálculo estratégico dos seus cerca de 200 estados nacionais envolve sempre a possibilidade de mudança de posições e alianças. E há possibilidade de disputas, divergências e mesmo guerras. Pode-se inclusive dizer que é um sistema no qual a ‘guerra’ e a ‘preparação para guerra’ sempre estiveram entre as principais forças propulsoras. A marca diferencial desse sistema, aliás, sempre foi a combinação perversa entre esses dois elementos. ‘Guerra’ e ‘preparação para guerra’ são forças entrelaçadas e in-

## ‘GUERRA’ E ‘PREPARAÇÃO PARA GUERRA’ SÃO FORÇAS ENTRELÇADAS E INSEPARÁVEIS NA HISTÓRIA DO SISTEMA INTERESTATAL CAPITALISTA QUE NASCEU NA EUROPA, ENTRE OS SÉCULOS 12 E 16, E SE GLOBALIZOU DEFINITIVAMENTE NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO 20

separáveis na história do sistema interestatal capitalista que nasceu na Europa, entre os séculos 12 e 16, e se globalizou definitivamente na segunda metade do século 20.

**Segundo alguns, o Atlântico Sul guarda riquezas estratégicas do ponto de vista geopolítico. Quais são?** Na verdade, o próprio oceano pode ser considerado um recurso estratégico – dada sua importância geopolítica como meio de transporte de bens essenciais e também como via de acesso e de projeção de poder internacional. Sobretudo em caso de guerra ou de deslocamento preventivo de armamentos. A esse propósito, o almirante e historiador norte-americano Alfred Mahan [1840-1914] escreveu uma obra clássica: *A influência do poder marítimo sobre a história* [*The influence of sea power upon history*, editado pela Dover Publications, em Nova York, em 1987, sem tradução para o português]. Ele explica a importância decisiva do poder naval e do controle das rotas marítimas para uma potência que se proponha alcançar ou impor sua influência global.

Mesmo para países sem essa pretensão, oceanos continuam sendo estratégicos. Pois ainda é necessário ter controle de suas rotas comerciais e defender suas costas. Mas é óbvio que essa importância varia de país para país, em função de sua posição e de suas ambições. No caso do Brasil, a importância do Atlântico Sul decorre, de forma imediata, da extensão do seu litoral: mais de 95% do comércio internacional brasileiro, e praticamente toda a importação de petróleo, se dão através do Atlântico Sul. Além disso, em torno de 95% das reservas brasileiras de petróleo e 85% de suas reservas de gás se encontram na plataforma continental.

**Muitos apontam a mineração em águas profundas como um horizonte cada vez mais próximo, não?** Vários especialistas consideram hoje que os fundos oceânicos serão a próxima fronteira da mineração mundial, graças à grande quantidade de minérios estratégicos neles depositada. Níquel, cobre, manganês, cobalto, magné-

>>>

sio, ouro... Esses minérios ocorrem em nódulos e sulfetos polimetálicos, que existem, por exemplo, na costa do Rio Grande do Sul; ao redor da ilha Trindade; e nos arquipélagos de São Pedro e São Paulo.

**O Brasil reivindica, na Organização das Nações Unidas (ONU), a ampliação de seus territórios oceânicos. Que história é essa?** Foi só em 1982 que a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar sistematizou as regras básicas do direito internacional sobre a posse e o controle das zonas costeiras dos países. Foi quando se fixou o limite do mar territorial (faixa de águas costeiras que vai do litoral até 12 milhas náuticas) e o limite da zona contígua (faixa que vai das 12 às 24 milhas náuticas distantes do continente). Naquele ano, também foi estabelecido em 200 milhas náuticas [1 milha náutica equivale a 1,85 km] o tamanho das zonas econômicas exclusivas, áreas nas quais cada país tem soberania sobre a exploração dos recursos naturais. Nessa mesma ocasião, a Convenção deixou aberta uma possibilidade: países que comprovassem a posse de uma plataforma continental mais extensa poderiam reivindicar o reconhecimento dessa área – até o limite de 350 milhas náuticas. Foi o que fez o Brasil. Em 2004, reivindicou formalmente a extensão de sua zona econômica exclusiva, o que já foi recusado duas vezes. Em 2012, apresentou um novo relatório. E agora espera decisão da ONU.

**E como o país pode “provar a posse de uma plataforma continental mais extensa”? A plataforma continental é definida por parâmetros geomorfológicos ou por influência política?** O governo brasileiro criou, em 1989, um programa de estudo geomorfológico e levantamento da plataforma continental do Brasil. E foi com base nos resultados desse programa que o país submeteu sua proposta de ampliação da plataforma continental, em 2004, à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da ONU.

**Quais são os desfechos possíveis? Que chance o Brasil tem de conseguir resposta positiva da ONU?** A oposição das grandes potências interessadas é muito grande. Mas pelo menos nossa Comissão Interministerial para os Recursos do Mar emitiu recentemente uma resolução que reconhece ao Brasil o direito de avaliar previamente os pedidos de autorização para pesquisas dentro dessas áreas, além das 200 milhas básicas – mesmo que os limites definitivos não tenham sido estabelecidos. Pode ser um bom sinal. Mas pode ser apenas uma forma conciliatória de recusar a reivindicação maior. O problema fundamental é que o Brasil não tem força para impor sua vontade perante a ONU e perante as grandes potências. ■

# POR QUE

DIVULGAR CIÊNCIA PARA  
A SOCIEDADE?

# COMO

TRANSMITIR CONCEITOS  
DIFÍCEIS DE FORMA SIMPLES?

Neste Pequeno Manual, você encontra dicas de como escrever e falar sobre ciência com rigor e simplicidade.

PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

0800 727 8999

WWW.CIENCIAHOJE.ORG.BR

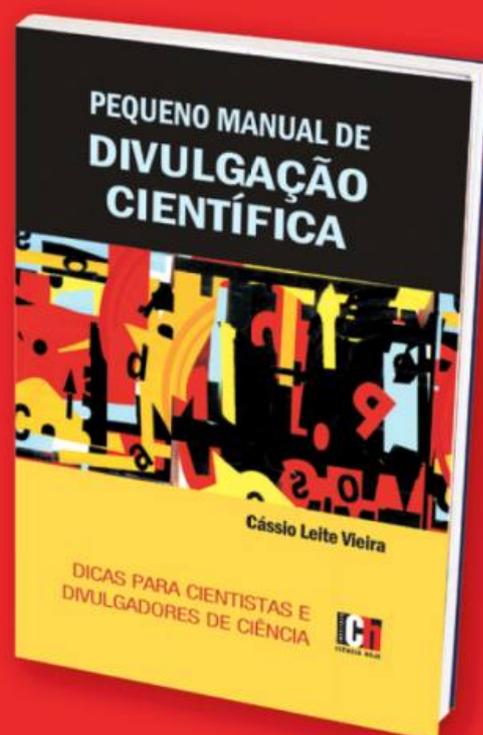




FOTO: CECILIO RODRIGUES

*2014 é um ano especial para a cristalografia no Brasil*

## FORMA E FUNÇÃO

Um dos princípios da arquitetura moderna é que a 'forma segue a função'. Seguindo o sentido inverso, numerosos problemas de física, química e biologia envolvem entender as propriedades de moléculas, agregados e sólidos, a partir do conhecimento de sua forma ou estrutura. Para isso, a ciência dispõe hoje de grande variedade de equipamentos para determinar como os átomos se organizam para formar os materiais.

Mas essa história começou de forma singela, há pouco mais de um século.

Esquiando com seus colegas no recesso de Páscoa de 1912, o físico alemão Max von Laue (1879-1960) propôs usar raios X para entender como os átomos formam cristais (sólidos em que os átomos se organizam num padrão periódico). A ideia é que a radiação espalhada pelos átomos desses materiais forma imagens cujos padrões – chamados de padrões de difração – revelam a estrutura interna do cristal.

Laue ignorou fortes argumentos de que as vibrações atômicas (excitações térmicas) impediriam o sucesso do método. Seguiu seu projeto e obteve as primeiras imagens que permitiram inferir diretamente a estrutura de um cristal. Nascia a cristalografia. Em 1914, Laue recebeu o Nobel de Física por descobrir a "difração de raios X por cristais". Para celebrar essa efeméride, este é o Ano Internacional da Cristalografia.

Mas o que faz os raios X serem tão especiais?

Os raios X têm a mesma natureza que a luz que vemos com nossos olhos, pois ambos são formados por partículas chamadas fótons. A diferença está no comprimento de onda (ou frequência).

Nossos olhos são excelentes detectores de luz de várias cores, com comprimentos de onda que vão de 400 (azul) até 700 (vermelho) nanômetros (bilionésimos de metro). Salvo doenças ou acidentes, esses detectores naturais são suficientes para reconhecermos as formas dos objetos com os quais lidamos no cotidiano. Com o auxílio de lentes,

os microscópicos ópticos nos permitem enxergar objetos de dimensões micrométricas.

De forma geral, é o comprimento de onda que dita o limite de resolução. Raios X têm comprimentos de onda de 0,1 a 10 nanômetros, o que permite determinar as posições dos átomos que constituem os sólidos, as moléculas etc.

As aplicações são muitas. Exemplos: cristalógrafos investigam as formas das moléculas para entender como elas interagem. Essa informação é usada no desenvolvimento de novos fármacos que atuam diretamente em sítios-alvo nas células. Estudos cristalográficos permitem aperfeiçoar a modelagem de materiais sob condições extremas, informações importantes para a indústria aeronáutica, de gás e de petróleo.

Para obter fontes de raios X de alta intensidade e versatilidade, foram desenvolvidos os síncrotrons. Nesses aceleradores circulares de partículas, elétrons viajam em altíssimas velocidades. E, ao serem forçados a manter uma trajetória curvilínea, emitem radiação – a chamada radiação síncrotron.

Ao longo do anel do síncrotron – que pode ter de dezenas a centenas de metros de comprimento –, há várias estações de trabalho, cada qual desenhada para um tipo de pesquisa. Há dezenas de síncrotrons no mundo, e outros em construção – testemunho da importância dessas máquinas para a pesquisa fundamental e aplicada.

2014 é um ano especial para a cristalografia no Brasil. Desde 1997, temos um síncrotron operando – é tido por muitos como a instalação científica mais sofisticada do país. Depois de mais de cinco anos de planejamento, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas (SP), está começando a fase de construção do Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira.

Com um projeto ambicioso e inovador, o Sirius tem o desafio de nos colocar no estado da arte da pesquisa internacional, atendendo às demandas de uma comunidade de usuários cada vez mais exigente. ■

DESTAQUE > MEDICINA > DIETA COM MUITA PROTEÍNA PODE AUMENTAR RISCO DE MORTE, CÂNCER E DIABETES

## Proteína? Só depois dos 65

**C**omer muita proteína animal quando adulto é tão ruim para a saúde quanto o tabagismo. Mas, na terceira idade, essa dieta diminuirá o risco de câncer. Ou seja, o que faz mal numa fase da vida, pode fazer bem em outra. Isso é o que mostram dois estudos recentes.

O primeiro dos estudos, liderado por Valter Longo, da Universidade do Sul da Califórnia (EUA), sugere que, durante a fase adulta da vida, o consumo em quantidades altas e mesmo moderadas de proteína animal (carnes, queijo, leite, ovos etc.) pode aumentar o risco de câncer e de morte. Já em pessoas com mais de 65 anos, o efeito é oposto: há um efeito protetor.

“Fornecemos evidências convincentes de que uma dieta baseada em altas quantidades de proteína – principalmente, se derivadas de animais – é quase tão ruim quanto fumar para sua saúde”, disse Longo.

Longo e colegas analisaram dados de 6.831 adultos e idosos nos EUA, todos com mais de 50 anos de idade. Essas pessoas foram divididas em três grupos: alto consumo de proteína (mais de 20% das calorias diárias vindas dessa fonte); consumo moderado (entre 10% e 19%); baixo consumo (menos que 10%).

Nos 18 anos do estudo, membros do primeiro grupo apresentaram quatro vezes mais chances de morrer de câncer ou diabetes e quase duas vezes mais de morrer por qualquer outra causa. Mesmo o consumo moderado de proteínas foi associado a três vezes mais chances de morrer por câncer.

Todos esses efeitos foram muito menores ou desapareceram quando o consumo (alto ou moderado) era de proteína de origem vegetal.

O consumo ideal diário de proteínas, segundo organismos de saúde pública,

seria de até 0,8 grama por quilo corporal. Assim, na média, para mulheres, o valor fica por volta de 45 g; para homens, 55 g. Um filé de frango tem mais ou menos 50 g de proteína.

**PARA MAIORES DE 65** Para os maiores de 65 anos de idade, porém, os efeitos de mortalidade são inversos: os que consumiram grandes quantidades de proteína tiveram 28% a menos de risco de morrer e 60% menos de morrer de câncer. Efeitos similares foram observados também para os que consumiram proteína moderadamente.

Possível explicação encontrada pelos autores: os efeitos da proteína sobre o risco de morte podem estar relacionados, em parte, pela ativação do hormônio IGF-1, que ajuda o corpo a crescer. Por volta dos 65 anos, os níveis dessa substância caem bastante. Essa queda, segundo os autores, torna o organismo menos susceptível aos efeitos da proteína. Além disso, a queda do hormônio leva à perda de musculatura, o que a ingestão alta ou moderada de proteína ajudaria a contrabalançar – daí os efeitos benéficos nessa faixa etária.

Trabalho anterior de Longo mostrou que um grupo de equatorianos que têm baixíssimos níveis de IGF-1 – por conta de uma mutação genética – têm índices igualmente baixos de câncer e diabetes. Por conta dessa anormalidade hormonal, essa população apresenta estatura média de 1,5 m.

Especialistas criticaram a comparação que Longo fez entre dieta e o hábito de fumar, alegando que isso pode prejudicar campanhas contra o tabagismo. Além disso, destacaram que é extremamente difícil, quando se trata de estudo sobre dietas, apontar que constituintes dos alimentos podem ser benéficos ou deletérios.

E o que dizer sobre o consumo de proteína animal antes dos 50? Longo respondeu à *CH*: “Mostramos que a associação entre a ingestão de proteína e mortalidade nos 40 anos de idade são os mesmos [que o para idades mais altas], apesar de as mortes serem mais raras. Isso também é provavelmente verdade para os 30 anos de idade, apesar de, novamente, as mortes nessa faixa etária serem ainda mais raras. É importante lembrar que, se você consome muita carne e proteína até os 40 anos de idade, fica muito difícil mudar a partir daí. Então, é bom adotar um dieta saudável nas primeiras etapas da vida e melhor ainda se isso ocorrer a partir dos 20 e poucos anos”.



**RESTRIÇÃO CALÓRICA?** O segundo estudo, liderado por Stephen Simpson, da Universidade de Sidney (Austrália), foi feito em camundongos, com os quais foram testados 25 tipos diferentes de dietas. Aquelas baseadas em altas quantidades de proteína levaram a uma diminuição da expectativa de vida dos animais. Dietas com baixa quantidade de proteína tiveram os melhores resultados em relação à longevidade e à saúde cardíaca e metabólica. A mais nociva para a saúde foi a baseada em altas quantidades de gordura.

Além disso, o estudo encontrou evidências de que a chamada restrição calórica – sintetizada no dito ‘comer menos, viver mais’ – não teve efeitos sobre longevidade, contrariando vários estudos recentes sobre o tema.

Outras conclusões desse estudo com camundongos: i) com a idade, o organismo diminui sua capacidade de absorver ou processar proteínas; ii) certos aminoácidos (‘tijolos’ das proteínas) podem aumentar o dano ao material genético (DNA), o que leva ao câncer.

Os dois estudos estão em *Cell Metabolism* (04/03/14), e põem em xeque os efeitos de longo prazo de dietas, como a Atkins e Paleo, baseadas no alto consumo de proteína animal.

**BAIXA PRESSÃO** Feita por Yoko Yokoyama, do Centro Nacional Cardiovascular e Cerebral, em Osaka (Japão), análise de sete ensaios clínicos e 32 estudos, publicados entre 1900 e o ano passado, mostrou que a dieta vegetariana parecer estar associada à redução da pressão arterial quando comparada à onívora (alimentos de origem vegetal e animal). Segundo os autores – que publicaram em *Journal of the American Medical Association Internal Medicine* (24/03/14, *on-line*) – estudos posteriores poderiam demonstrar que tipo específico de dieta vegetariana está mais associado a essa redução.

## MEDICINA

# Alzheimer: você faria o teste?

Digamos que, em alguns anos, clínicas e hospitais ofereçam um teste de sangue que possa detectar, com alta precisão, se você vai (ou não) se tornar senil. Você faria o teste? É bom ir pensando nisso, pois um primeiro passo para esse tipo de diagnóstico acabou de ser dado.

Howard Federoff, da Universidade Georgetown (EUA), e colegas acabam de apresentar uma lista de 10 substâncias que, segundo eles, podem indicar se uma pessoa da terceira idade irá desenvolver sintomas leves de senilidade ou mesmo Alzheimer. Essas substâncias são chamadas biomarcadores e, no caso, são todas lipídios (grupo ao qual pertencem as gorduras, ceras etc.).

Os pesquisadores acompanharam 525 pacientes com mais de 70 anos. Cada um deles foi submetido a testes de cognição e exames de sangue uma vez por ano. Os autores usaram técnica sofisticada (espectrometria de massa) para analisar componentes do sangue de 53 deles, além de 18 que desenvolveram sintomas de senilidade ao longo dos cinco anos do experimento. Esses resultados foram comparados aos de outras 53 pessoas saudáveis. Depois, os resultados foram confirmados em outros 41 pacientes.

Os resultados mostraram que havia 10 lipídios – todos com nível mais baixo do que o normal – que podiam apontar, com cerca de 90% de precisão, se a pessoa iria (ou não) ficar senil nos próximos dois a três anos. Segundo os autores, o nível anormal dos lipídios pode ser um indicativo da morte de neurônios cerebrais – característica do Alzheimer –, pois esse grupo de moléculas tem papel importante na constituição das membranas das células.

Hoje, há testes que conseguem apenas confirmar o diagnóstico. Outros – que poderiam indicar a doença antes dos sintomas – não poderiam ser usados em larga escala, por serem caros. Os autores acreditam que um teste de sangue como o que eles propõem sairia por menos de US\$ 200 (R\$ 500).

Os resultados precisam ser confirmados por estudos mais amplos. A viabilidade do teste também. Se isso ocorrer, então, pode haver grandes vantagens para os pacientes com Alzheimer, pois os medicamentos hoje usados para tratar o quadro dão resultados melhores caso empregados logo no início da doença. Por inferência, acredita-se que a eficácia seria até maior em pacientes assintomáticos.

O Alzheimer afeta cerca de 35 milhões de pessoas no mundo. Estima-se que, em poucas décadas, os custos de tratamento, nos Estados Unidos, ultrapassarão a casa de US\$ 1 trilhão (R\$ 2,5 trilhões).

O artigo – feito em coautoria com pesquisadores da Universidade de Rochester e Universidade da Califórnia, ambas nos Estados Unidos – está em *Nature Medicine* (09/03/14).

SINTONIA FINA

## Aids: duas boas novidades

Caso relatado em encontro científico recente nos Estados Unidos fez de uma menina californiana de 9 meses de idade a grande esperança de todos os bebês do mundo que nascerão infectados com o HIV (vírus da Aids).

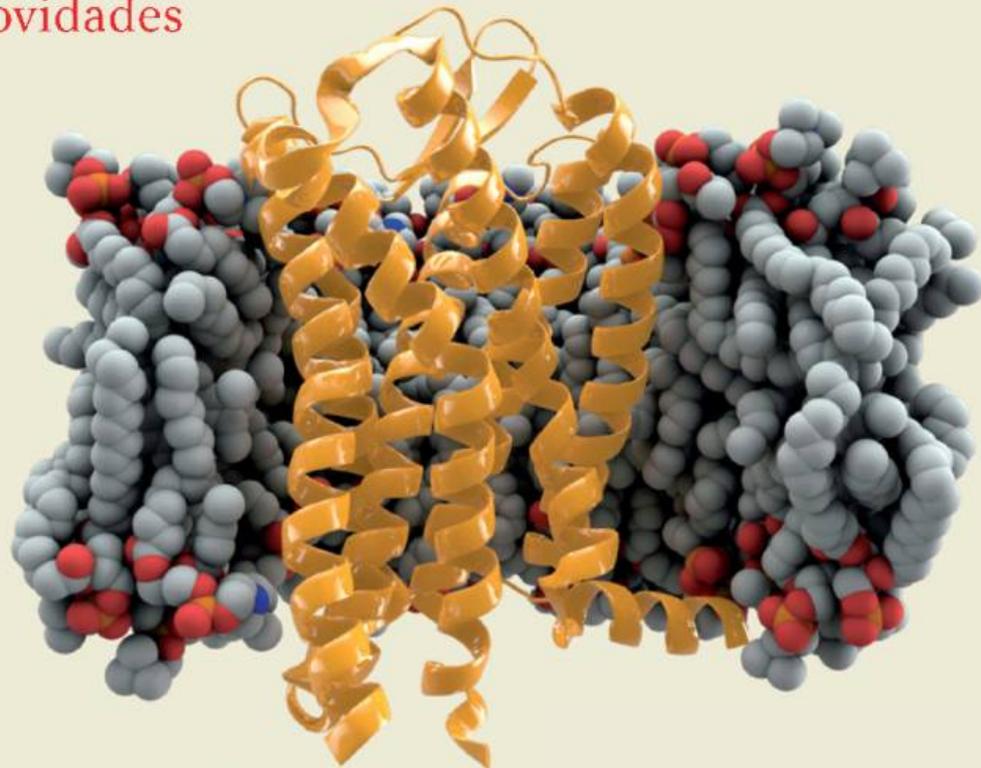
Com mãe portadora de Aids e problemas mentais, a menina, de Long Beach, recebeu diagnóstico positivo para Aids. Foi, então, levada com urgência para o Centro Médico da Universidade do Mississippi (EUA), para iniciar um tratamento agressivo contra a doença: doses altas do coquetel tríplice (AZT, 3TC e nevirapina).

Por que Mississippi? Porque lá foi tratado, há cerca de três anos, outro recém-nascido soropositivo, filho de uma mãe que não sabia que estava contaminada. A criança recebeu doses agressivas dos três medicamentos 30 horas depois do nascimento. Cerca de 1,5 ano mais tarde, a mãe parou, por conta própria, de dar os medicamentos à criança, que, para a surpresa dos médicos, não apresentou indicação de ter o vírus no organismo, após passar por testes ultrasensíveis.

O caso do ‘bebê do Mississippi’, como ficou conhecido, foi relatado em março do ano passado em um encontro de especialistas. No entanto, foi recebido com algum ceticismo.

Agora, o ‘bebê de Long Beach’ corrobora a eficácia da terapia baseada no coquetel logo após o nascimento. Testes ultrasensíveis indicam que a menina não parece ter a presença do HIV no organismo. Os médicos pretendem parar em breve a medicação e verificar se a criança por volta dos dois anos de idade continuaria livre do vírus. Se sim, isso reforçaria a validade da estratégia.

Mas, segundo especialista, não se deve falar em ‘cura’ ainda. O que



**O HIV utiliza a proteína CCR5 (em amarelo) para entrar pela membrana da célula (em cinza). A nova terapia genética faz com que a pessoa não tenha a proteína CCR5 na parede das células, impedindo que o HIV as penetre e se reproduza**

ocorreu foi, em termos técnicos, uma reversão do plasma para HIV negativo. É preciso lembrar que o coquetel é tóxico para o recém-nascido; portanto, é sempre o caso de ponderar custo-benefício do método.

Em breve, uma pesquisa envolvendo cerca de 60 recém-nascidos soropositivos irá testar a eficácia da terapia agressiva.

No mundo, cerca de 300 mil bebês nascem infectados a cada ano – as estimativas, na verdade, variam de 250 mil a 370 mil. Nos Estados Unidos, segundo o jornal *New York Times*, que relatou essa história, são cerca de 200 deles por ano.

A assessoria de imprensa do Ministério da Saúde informa à *CH*: “Em

2003, foram notificados 913 casos nessa faixa etária, com taxa de 5,3 por 100 mil habitantes. No ano de 2012, foram registrados 475 casos, com taxa de 3,4 casos por 100 mil habitantes, o que representa uma queda de 36%”. Ainda segundo o ministério, “a taxa de transmissão do HIV de mãe para filho durante a gravidez sem qualquer tratamento atualmente está em torno de 20%. Caso a grávida siga todas as recomendações médicas, a possibilidade de infecção do bebê se reduz para níveis menores que 1%”.

No mundo, há cerca de 35 milhões de infectados com o vírus, 15 milhões deles mulheres.

A segunda boa notícia é que uma terapia genética – testada pela primeira vez em humanos – apresentou resultados animadores, como relatam longas reportagens de dois jornais, o norte-americano *New York Times* e o britânico *The Guardian*.

Pacientes receberam injeções contendo células modificadas geneticamente que são resistentes ao HIV. A terapia foi baseada em uma mutação genética rara apresentada por cerca de 1% da população mundial. Essa alteração faz com que a pessoa não tenha a proteína CCR5 na parede das células, e isso impede que o HIV as penetre e se reproduza. Os portadores dessa mutação são resistentes a praticamente todas as linhagens de HIV.

O entusiasmo com essa terapia genética, porém, não deve ser dos mais altos por enquanto, pois o método foi testado em 10 homens e duas mulheres, com idades entre 31 e 54. Metade deles ficou sem tomar os medicamentos contra Aids por três meses, permanecendo com níveis reduzidos de vírus. Dois desse grupo tiveram, no entanto, que voltar a usar o coquetel anti-HIV. Mas, em um deles, a presença do vírus não é mais detectada.

Para a terapia, glóbulos brancos foram retirados de cada um dos voluntários e modificados geneticamente para que carregassem a mutação rara. Depois, as células, multiplicadas em laboratório, chegando à casa dos bilhões, foram injetadas de volta nos pacientes. O experimento começou em 2009, e parte das células injetadas ainda está presente nos voluntários. Mas a terapia, dizem os especialistas, tem efeitos colaterais (febre, calafrio, dor na musculatura etc.). Além disso, o organismo dos pacientes continua a produzir glóbulos brancos normais, que acabam infectados.

A inspiração para a terapia veio do chamado 'paciente alemão' (Timothy Brown), que recebeu, por meio de transplante, a medula de um portador da mutação rara. Brown desde 2008 não toma mais os medicamentos anti-HIV. É considerado um caso de cura.

## MEDICINA

# Minikiwi na Nova Zelândia

O que parece ser o menor dos *kiwis* já vistos nasceu em fevereiro no viveiro Rainbow Springs Kiwi Encounter, em Rotorua, na ilha norte da Nova Zelândia. O pequeno *kiwi* marrom – uma das espécies do pássaro símbolo daquele país – foi batizado de Myfie em um concurso *on-line*.

Myfie veio ao mundo com apenas 173 gramas e supera em muito o 'recordista' anterior – o menor dos cerca de 1.300 espécimes nascidos no Encounter Kiwi desde 1995 pesava 238 gramas. O tamanho reduzido, segundo os pesquisadores, pode estar ligado à dieta da mãe ou a problemas no ovário materno.

Os *kiwis* são uma família de aves (*Apterygidae*) típicas da Nova Zelândia. Eles não voam, têm hábitos noturnos e vivem em buracos que escavam no solo. São as menores aves do grupo das ratitas, espécies que não podem voar, como a ema e o avestruz. Hoje estão em risco de extinção.

Assim como os demais animais nascidos no viveiro, dentro de algum tempo o minikiwi deverá ser libertado para viver na natureza e ajudar a recompor as populações reduzidas da ave. O Encounter Kiwi faz parte da Operatiopn Nest Egg, uma iniciativa que retira os ovos de *kiwi* da natureza para chocá-los e criar os filhotes até que possam cuidar de si mesmos, quando são devolvidos à mata.

O procedimento aumenta a chance de sobrevivência de cerca de 5% para mais de 60%.

Espera-se que Myfie seja libertado para dar origem a uma comunidade de *kiwis* no Otanewainuku Kiwi Trust, perto da região de Taurangi, no norte da Nova Zelândia.



O pequeno Myfie e seu irmão, também recém-nascido, mais 'parrudo'. No detalhe, o pequeno ovo de kiwi é o de Myfie, que mais parece de codorna, ao lado do de seu irmão

FOTO EMMA BEGAN AT RAINBOW SPRINGS ROTORUA

# Gene do disfarce

Há cerca de 150 anos, sabe-se que, em certas espécies de borboletas, parte das fêmeas imita o padrão de cores e o formato das asas de espécies tóxicas – cujo sabor é desagradável para os predadores. A estratégia tem o benefício de aumentar a sobrevivência.

As imagens deste mês mostram esse fenômeno. Ao lado, as cores e formato das asas de uma *Pachliopta aristolochiae*, tóxica, são imitados por uma fêmea de *Papilio polytes* (abaixo), cujos machos e fêmeas não imitadoras têm tonalidades em preto e branco.

Fato intrigante: por que não se encontram fêmeas com uma coloração mista entre a típica e a do 'disfarce'? Para responder a isso, cientistas propuseram haver um conjunto de genes muito 'colados' e transmitidos como uma unidade. Foram chamados supergenes.

Agora, ao estudar a *P. polytes*, a equipe de Marcus Kronforst, da Universidade de Chicago (EUA), mostrou que o tal 'supergene' não é um aglomerado, mas um único gene. O que impressiona, dizem os especialistas, é o fato de um único gene – chamado duplo sexo – ser responsável por tamanha transformação. Os resultados estão em *Nature* (06/03/14).

Os autores suspeitam que o duplo sexo tenha a chamada estrutura invertida, o que evitaria que, na reprodução, ele se combinasse com seu 'par' (alelo). Isso impediria o surgimento de 'meio disfarce'. Há exemplos de 'supergenes' em plantas, formigas e caracóis.





FOTO: CECILIO RODRIGUES

*O teste de QI está tão entranhado na lei (norte-americana) que tem agora o poder de salvar ou não um prisioneiro que se encontra há 35 anos no corredor da morte, aguardando sua execução*

## SALVO PELO QI

A história do teste de QI (quociente de inteligência) começou com o antropólogo e matemático britânico Francis Galton (1822-1911), que em 1883 começou a correlacionar algumas variáveis físicas com a aptidão mental. Tendo falhado nessa tentativa, acabou desistindo de tal estudo. Entretanto, muitos outros pesquisadores se interessaram pelo assunto e continuaram a propor metodologias para medir o desempenho intelectual de populações.

Apesar do grande empenho ao longo de mais de um século, ainda não existe consenso quanto às conclusões obtidas por meio de diversas abordagens. A dúvida principal entre os cientistas de várias especialidades é sobre o que de fato revelam os testes de QI.

O tema é mesmo delicado, porque muitas das correlações feitas acabavam esbarrando, intencionalmente ou não, na qualificação de certas subpopulações, sobretudo quando estas envolvem aspectos de hereditariedade. O biólogo e paleontólogo norte-americano Stephen Jay Gould (1941-2002) era visceralmente contra o teste de QI e declarava que se tratava de racismo científico. Ele alegava que os valores calculados invariavelmente demonstravam que grupos minoritários, ou determinadas raças ou sexos, eram inferiores e que, diante dos números, mereciam tal *status*.

Apesar do debate, os testes de inteligência foram adotados com entusiasmo por vários países, destacando-se os Estados Unidos, que lançam mão de tais medidas para avaliações diversas que incluem seleções no âmbito profissional, previsões de desempenho e até decisões judiciais.

O comentário de Sara Reardon publicado na revista *Nature* (v. 506, p. 284) ilustra como o teste de QI está tão entranhado na lei que tem agora o poder de salvar ou não um prisioneiro que se encontra há 35 anos no corredor da morte, aguardando sua execução. A legislação da Florida prevê que o Estado não pode executar pessoas que tenham qualquer tipo de incapacidade mental, isto é, que, em virtude de tal deficiência, não sejam capazes de discernir o certo do errado. No caso em

pauta, a defesa alega que, pelo fato de o condenado apresentar um QI de 60, ele se encaixa na categoria de deficiente e, portanto, não pode sofrer a pena capital.

Para 10 estados americanos, o ponto de corte do QI é 70. Mas, aí entram os argumentos quantitativos. Pode-se bater o martelo em 70? Há variações permissíveis ao redor desse valor limítrofe? Alguém que tenha um QI de 71 já pode ser considerado suficientemente inteligente para morrer?

Nesse momento entramos no complexo e tortuoso mundo da estatística, uma das principais ferramentas utilizadas em estudos populacionais. O cálculo é feito atribuindo o valor de 100 para o pico de uma curva normalizada (uma curva com a forma de um sino) que contempla o maior percentual de pessoas do grupo investigado. Os valores de 70 e o de 130 são obtidos por situar-se a dois desvios padrão de 15 pontos percentuais abaixo e acima de 100, respectivamente.

Essa curva mostra também que 95% das pessoas têm um QI que se encontra no intervalo entre esses dois desvios padrão. Tal cálculo não se aplica exclusivamente para valores de QI, mas para uma série de outros estudos que derivem seus resultados a partir de amostras da população.

O ponto é que a amostragem é apenas uma aproximação da verdade ou de um valor absoluto. Assim, é fácil entender a razão da polêmica. Como se não bastasse essa ponderação, um dos parâmetros mais usados em estatística – e que também foi e é muito usado em pesquisas de QI – é o valor de *P*, parte integrante de algoritmos que pretendem estabelecer o quanto um determinado resultado estatístico “significa” algo de verdade, ou é apenas o fruto de eventos aleatórios.

Em seu artigo da *Nature* (v. 506, p. 150), Regina Nuzzo descreve como o valor de *P* está por um fio e como vários cientistas não só o julgam inútil como declaram ainda que muitas conclusões já publicadas com base nesse fator simplesmente não são verdadeiras. Até que a estatística se consolide a ação mais prudente talvez seja abolir a pena de morte. **Da**

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

# A FÍSICA DA BICICLETA NO FUTEBOL

Você já escutou algum jogador de futebol dizer algo na linha “Vamos estudar física, porque, senão, a gente não consegue fazer gol”?

É quase certo que não. Afinal, é difícil imaginar que alguém precise desse tipo de conhecimento para praticar – ou entender de – futebol.

No entanto, a física está lá. Às vezes, de forma escancarada; às vezes, de forma sutil, nos detalhes. Futebol é, na verdade, pura física, como veremos nas páginas a seguir.

**Marcos Duarte**

Curso de Engenharia Biomédica,  
Centro de Engenharia, Modelagem  
e Ciências Sociais Aplicadas,  
Universidade Federal do ABC (SP)

**A** física – cujo nome vem do grego *physis*, natureza – é a ciência que estuda os fenômenos naturais. Os corpos em movimento é um deles. E, para isso, usa conceitos como energia, força, velocidade, aceleração, espaço, tempo etc. Dá para notar, então, que jogadores de futebol podem ser considerados grandes especialistas em usar a física para fazer uma jogada – afinal, fazer com que a bola adquira um movimento em curva acentuada, como em um chute com efeito do ex-lateral esquerdo da seleção brasileira Roberto Carlos, sem dúvida, requer conhecimentos intuitivos de física avançada que poucos os têm.

>>>



FOTO POPPER/GETTY IMAGES



Dizem que, no futebol, o gênio é aquele que desafia – e, como dito popularmente, até mesmo ‘viola’ – as leis da física. Não. É justamente o contrário: só o ‘perna de pau’ quer, em vão, violar as leis da física. O jogador talentoso tem tais leis incorporadas a ele e as usa como se fosse mágica.

Dito isso, vamos entender como Pelé – para muitos, o maior dos gênios no futebol – explorava as leis da física, para executar o famoso (e raro) chute de bicicleta perfeito.

**Conservando o movimento** Entre tantas leis da física, a que nos interessa aqui é a chamada conservação da quantidade de movimento angular, pois, com ela, podemos explicar certos movimentos no futebol.

Um corpo que gira está dotado de quantidade de movimento angular. Essa grandeza é obtida quando multiplicamos a chamada velocidade angular pela inércia de rotação de um corpo.

Velocidade angular de um corpo é simplesmente o quanto ele roda por unidade de tempo. Por exemplo, se um ginasta dá um salto mortal (uma cambalhota no ar) por segundo, dizemos que sua velocidade angular é de 360 graus por segundo ( $360^\circ/s$ ) ou de  $2\pi$  radianos por segundo ( $2\pi \text{ rad/s}$ ).

Inércia rotacional é uma medida da dificuldade de alterar o estado do movimento de um corpo. Por exemplo, é mais fácil iniciar ou parar com as próprias mãos

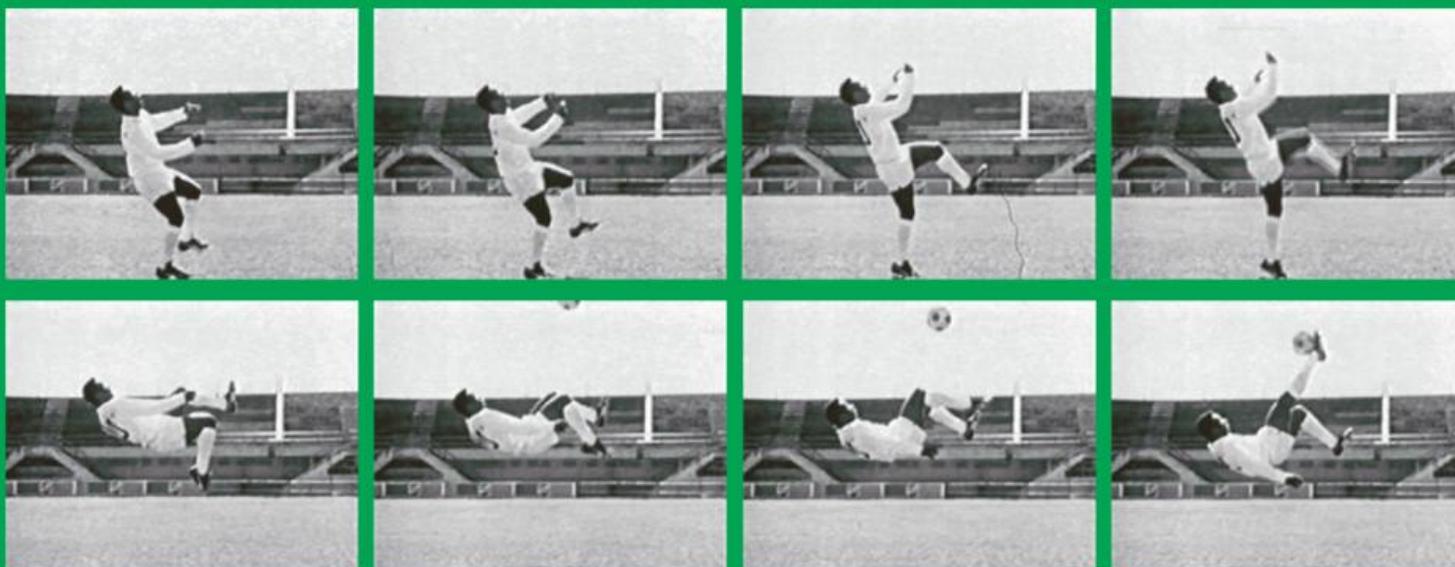
o giro de uma roda de bicicleta do que uma roda de trator, pois a roda de trator tem massa maior. Dizemos, portanto, que a inércia de rotação da roda de trator é maior que a da bicicleta.

Note outra sutileza: esta inércia de rotação também irá depender da distância da qual a massa está do eixo de giro – quanto maior esta distância, maior a inércia rotacional. Por exemplo, a inércia rotacional do corpo do ginasta que dá uma cambalhota em torno de um eixo imaginário que passa por seus quadris de um lado a outro é cerca de três vezes maior quando ele está com o corpo estendido do que quando está com o corpo todo encolhido, abraçando as pernas na altura dos joelhos.

E, agora, a lei de quantidade de movimento angular entra em cena. Se o ginasta estiver girando no ar com o corpo estendido e, então, se encolher (isto é, diminuir em três vezes sua inércia rotacional), sua velocidade angular irá aumentar na mesma proporção (três vezes), pois o produto entre velocidade angular e inércia de rotação – ou seja, a quantidade de movimento angular – é conservado no ar.

**Como uma tesoura** Os registros de bicicletas de Pelé mostram que ele sempre a executava de forma peculiar: antes de chutar a bola, as duas pernas se distanciavam, se cruzavam no ar e voltavam a se separar, como o movimento de uma tesoura – e esse detalhe torna o movimento da bicicleta ainda mais belo.

Figura 1. Principais quadros do vídeo com o chute de bicicleta de Pelé analisado neste artigo



Mas qual a função – se há alguma – do movimento da perna que não chuta (esquerda) no sentido contrário do movimento da perna que chuta, momentos antes do contato com a bola? Uma possibilidade: a forma com que Pelé executava a bicicleta tem uma razão além da estética, pois, talvez, o tal movimento fosse para usar a seu favor a lei de conservação da quantidade de movimento angular.

Do ponto de vista da mecânica – área da física que estuda o movimento e o repouso dos corpos –, em um corpo com segmentos articulados (como o humano), a quantidade de movimento angular total é a soma das quantidades de movimento angular de cada segmento.

Como no caso do ginasta que dá uma cambalhota no ar, quando um jogador executa uma bicicleta, a única força externa que atua sobre ele é a da gravidade, que não provoca rotação do corpo como um todo. Isso significa que, para um corpo no ar, sua quantidade de movimento angular total se conserva. Aqui, é fundamental compreender que essa lei de conservação se aplica somente ao corpo como um todo, pois a quantidade de movimento angular de cada segmento pode variar (quase) livremente.

**Corpo dividido** Para nossos propósitos aqui, vamos assumir a seguinte hipótese: Pelé buscava alterar a quantidade de movimento angular de cada segmento de seu corpo envolvido na jogada para executar a bici-

cleta de forma mais eficiente. Para testar essa hipótese, precisamos, então, analisar um chute de bicicleta de Pelé, medir essas grandezas, fazer as contas e verificar se a hipótese é confirmada.

Para uma análise quantitativa, o vídeo mostrando a bicicleta de Pelé deve atender a uma condição: se apenas um ângulo de visão está disponível, para evitar erros de perspectiva, esse ângulo deve ser perpendicular ao plano de movimento. Com essas imagens, devemos ser capazes de estimar a métrica do vídeo, isto é, a relação entre as dimensões reais da cena e da imagem do vídeo.

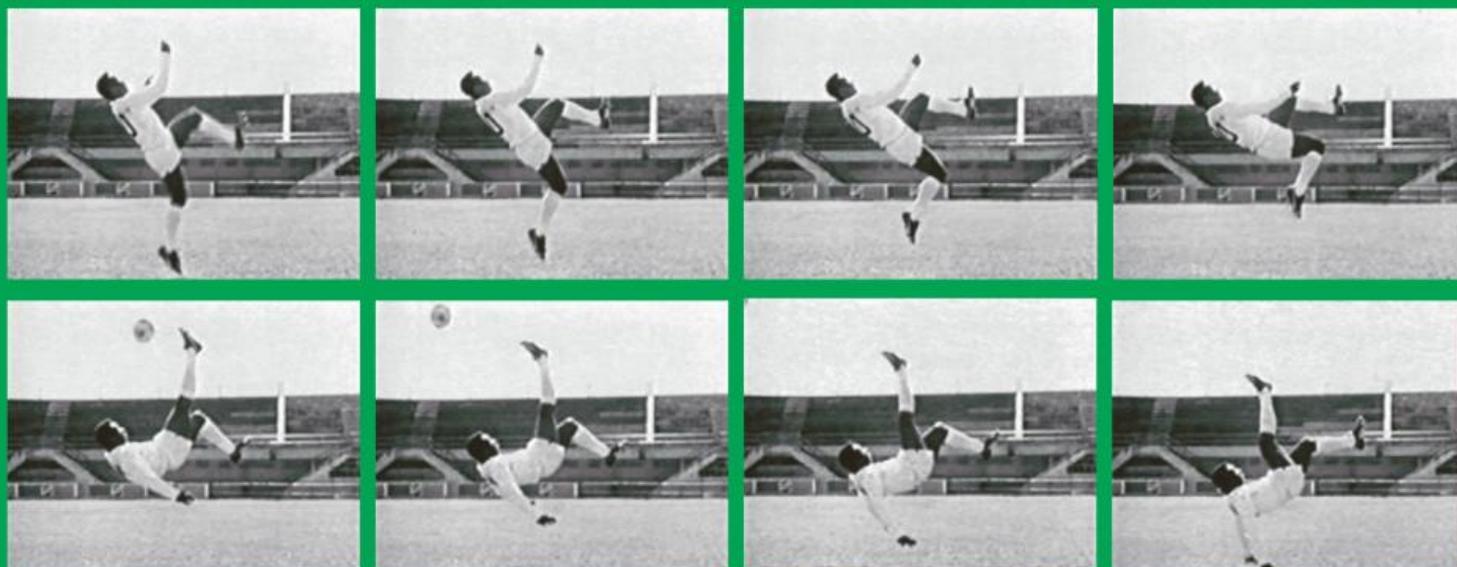
E um vídeo com essas condições existe? Para nossa sorte, sim! Ele é da década de 1970. Para definir a posição dos segmentos do corpo, devemos analisar o vídeo quadro a quadro – isso pode ser feito, por exemplo, com os programas gratuitos SkillSpector ou Tracker (ver ‘Sugestões para leitura’).

Dividimos o corpo de Pelé em 12 segmentos rígidos (pés, pernas, coxas, braços, antebraços/mãos, tronco e cabeça), articulados entre si e definidos por 16 pontos anatômicos (pontas do pé direita e esquerda, tornozelos, joelhos, quadris, ombros, cotovelos, punhos, bem como base e ápice da cabeça). Esses 16 pontos, mais a posição da bola, foram digitalizados manualmente para cada um dos quadros do vídeo.

Para determinarmos a quantidade de movimento de cada segmento do corpo, certas características corporais (massa, centro de massa e inércia rotacional de

>>>

IMAGENS CEDIIDAS PELO AUTOR



cada segmento) foram estimadas a partir de um modelo antropométrico com valores médios, obtidos a partir de medidas feitas por meio de imagens radiográficas de uma amostra de pessoas – em nosso caso, seria impossível conhecer essas características reais dos segmentos do corpo de Pelé, cuja massa e estatura à época do vídeo foram consideradas, respectivamente, como 72 kg e 1,73 m.

**Questão-chave** Analisamos o vídeo quadro a quadro (96 no total) com o chute (figura 1). Os resultados do cálculo para as quantidades de movimento angular do corpo inteiro e de cada uma das pernas durante o chute são mostrados na figura 2.

Em qualquer movimento humano no ar, ainda que se possa mudar a inércia rotacional e a velocidade angular de cada segmento e do corpo inteiro, o produto dessas duas grandezas físicas, como vimos, não muda para o corpo inteiro, por causa da lei de conservação da quantidade de movimento angular.

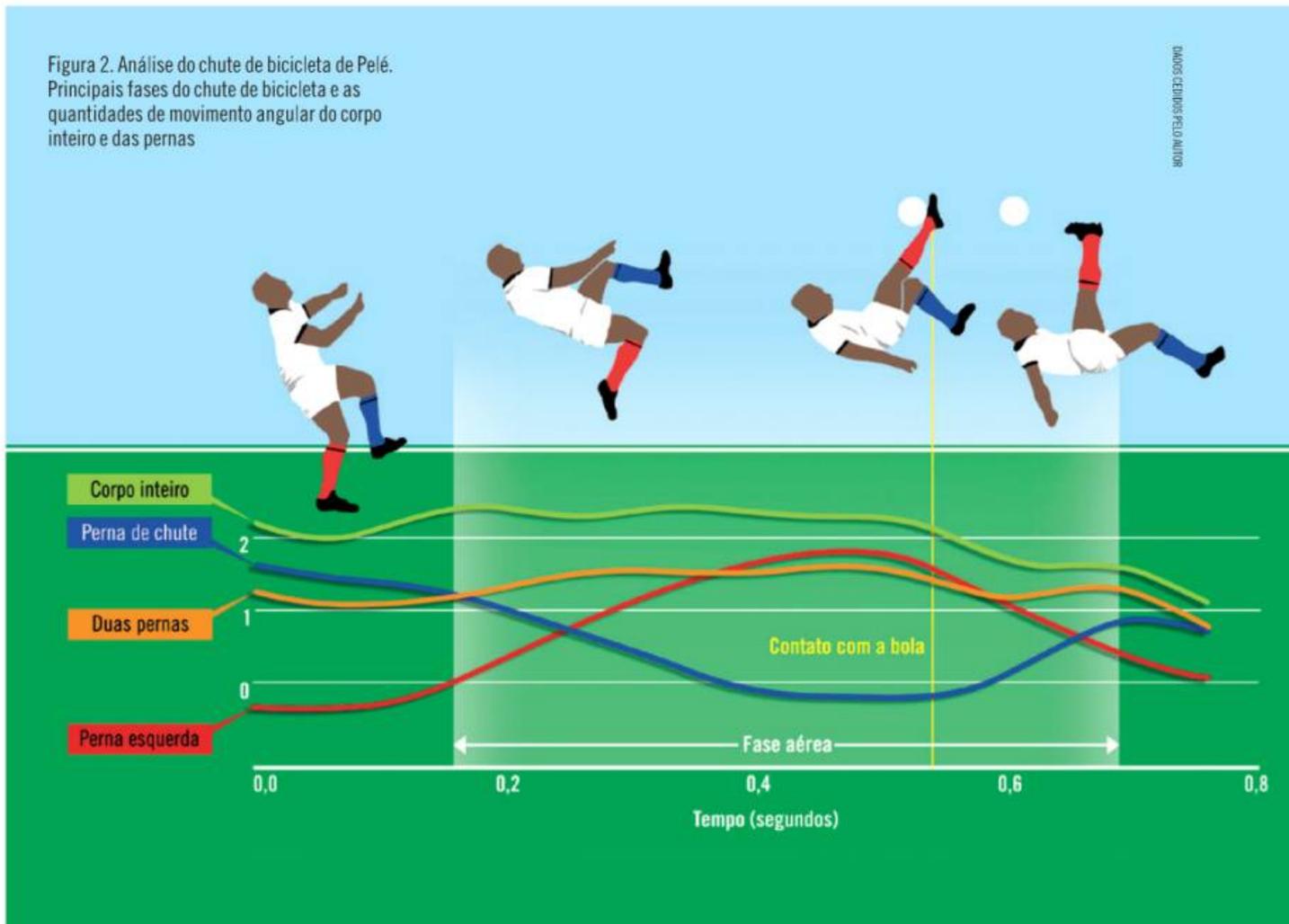
A quantidade de movimento angular total do corpo estimada em relação à fase aérea do chute tem uma pequena variação, que podemos creditar ao erro rotineiramente presente em qualquer medida experimental. Considerando essa margem de erro, a quantidade de movimento angular total do corpo é, como esperada, constante, exceto quando parte dela é transferida para a bola no instante do chute.

Mas a questão-chave é compreender o papel da quantidade de movimento angular de cada uma das pernas durante a bicicleta.

**Ação e reação** Para compreender a função do movimento da perna contralateral – a que não realiza o chute –, no sentido contrário da perna de chute (direita), vamos primeiramente examinar o que pode acontecer com o corpo quando o chute de bicicleta é feito sem esse movimento.

Chutes de bicicleta sem o movimento de tesoura são, de fato, observados em jogos de futebol, mas são mais

Figura 2. Análise do chute de bicicleta de Pelé. Principais fases do chute de bicicleta e as quantidades de movimento angular do corpo inteiro e das pernas



DADOS CENIENS PELO AUTOR

simples e menos esplêndidos. Sem o uso da 'tesoura', quando o jogador salta e gira a perna em alta velocidade para chutar, esse movimento cria uma quantidade de movimento angular. Como a soma dessa quantidade de movimento angular mais a quantidade de movimento angular do resto do corpo deve ser constante, isso irá gerar, no resto do corpo, uma quantidade de movimento angular igual à da perna do chute, mas em sentido contrário, de tal forma que a soma dessas quantidades seja zero.

Dessa forma, a aplicação da lei de conservação é equivalente à aplicação da terceira lei de Newton (ou lei de ação e reação): para cada ação, há uma reação igual em intensidade (ou módulo, como dizem os físicos) e direção, mas em sentido oposto. Isto é, ao girar a perna no ar, o resto do corpo é perturbado e gira no sentido contrário.

No entanto, o sucesso do chute de bicicleta depende da interceptação exata da bola com o pé, o que requer grande habilidade de planejamento e controle dos movimentos, bem como uso de informação visual. A estabilidade da cabeça durante tarefas dinâmicas é, em geral, fundamental para os seres humanos, mas a perturbação criada pela perna do chute afeta essa estabilidade. O chute pode ser feito nessas condições, mas, provavelmente, terá uma menor chance de sucesso.

**Equilíbrio no ar** O que fazer, então, para estabilizar a cabeça e o tronco para realizar o chute de bicicleta?

Uma solução possível é anular, de alguma maneira, a perturbação introduzida pela perna de chute. A análise da bicicleta de Pelé – que, como vimos, apresenta o movimento de tesoura das duas pernas em sentidos opostos – revela exatamente essa estratégia. No gráfico mostrado na figura 2, podemos observar que as quanti-

dades de movimento angular das duas pernas são simétricas, e a soma delas é constante na fase aérea. Isso sugere que o movimento da perna esquerda tem como função anular a perturbação introduzida pela perna de chute. E é essa manobra que mantém a cabeça e o tronco mais estáveis no ar para a execução da bicicleta.

Outro benefício em realizar o movimento das duas pernas simultaneamente, mas em sentidos contrários, é que, no ar, sem um ponto de apoio, quando contraímos vigorosamente apenas os músculos flexores do quadril de um dos lados do corpo para realizar o chute com uma perna, os músculos não só puxam a perna – que é o que se deseja –, mas também o quadril e tronco no sentido contrário.

Mais uma vez, esse movimento do quadril e tronco, no entanto, diminui a eficiência do chute. Então, seria melhor ter o quadril e tronco momentaneamente fixos, para poder realizar o chute. Para tanto, se o quadril contralateral for estendido no momento da flexão da perna de chute, serão geradas forças opostas que tenderão a se anular e estabilizar a região dos quadris.

**Parceiras de jogada** A partir dessa análise, duas características podem ser sugeridas como distintas do chute de bicicleta perfeito. Primeira: por definição, deve-se estar de costas e com o corpo paralelo ao chão no momento do chute da bola. Segunda (e mais exclusiva): deve-se executar um movimento particular com as pernas, movendo-as em direções opostas, antes do chute como uma tesoura – ou, na linguagem da física, as pernas devem ter momentos angulares complementares.

Qualquer movimento na natureza, de partículas a planetas – incluindo um chute de bicicleta de Pelé –, não pode violar os princípios fundamentais de conservação da física. Dizer isso não é uma tentativa de reduzir o esplendor desse momento único. Pelo contrário, é realçar uma visão que nos permite contemplar como física e futebol são parceiras na mesma jogada. 

## PESQUISA TEM FOCO NO MOVIMENTO

O autor deste artigo é formado em física e tem se dedicado ao estudo do movimento de sistemas biológicos. Na biomecânica, em particular, seu tema principal de pesquisa tem sido o controle do equilíbrio e da locomoção em seres humanos.

## Sugestões para leitura

- DUARTE, M. e OKUNO, E. *Física do futebol – Mecânica*. São Paulo: Editora Oficina de Texto, 2012.  
JESUS, V.L.B. "Impedido ou não?" em *Ciência Hoje*, v. 51, nº 302, Rio de Janeiro, 2013.

### NA INTERNET

- Bicicleta de Pelé (vídeo): <http://demotu.org/x/pele/pele.avi>  
SkillSpector: <http://video4coach.com>  
Tracker: <https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>



# Lixo nos

## O papel da gestão de resíduos sólidos na conservação marinha

Os oceanos sofrem os efeitos das atividades humanas há milênios. Dejetos e resíduos orgânicos e inorgânicos gerados por essas atividades são levados para o mar por ventos, chuvas e rios, ou despejados diretamente ali. Os oceanos suportam toda essa sobrecarga? A resposta vem de estudos científicos que constatam sérios danos aos ecossistemas oceânicos: o lixo marinho, portanto, já é um grave problema ambiental. Mas como evitar que o 'lixo nosso de cada dia' chegue ao mar? E como retirar o que já está lá? É nesse ponto que a conservação marinha e a gestão de resíduos sólidos se encontram e se complementam.

**Andréa de Lima Oliveira**

**Flávia Cabral Pereira**

*Programa de Mestrado em Oceanografia,  
Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha,  
Departamento de Oceanografia Biológica,  
Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo*

**Alexander Turra**

*Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha,  
Departamento de Oceanografia Biológica,  
Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo*

O lixo de origem humana que entra no mar está presente nas imagens, hoje comuns, de animais emaranhados em materiais de todo tipo ou que ingeriram ou sufocaram com diferentes itens. Também é conhecida a imensa mancha de lixo que se acumula no chamado 'giro' do oceano Pacífico Norte – os giros, existentes em todos os oceanos, são áreas em torno das quais se deslocam as correntes marinhas. Nas zonas centrais desses giros, as correntes têm baixa intensidade e quase não há ventos. Os resíduos que chegam ali ficam retidos e se acumulam, gerando enormes 'lixões' oceânicos.

Apesar do sensacionalismo em torno desse tema, o estudo do lixo marinho tem bases científicas e envolve, em todo o mundo, cada vez mais pesquisadores e tomadores de decisão. Todos engajados na luta pela diminuição desse problema social e ambiental.

**O tamanho do problema** Os impactos ligados à presença do lixo no mar começaram a ser observados a partir da década de 1950, mas somente em 1975 foi definido o termo 'lixo marinho', hoje consagrado. Essa definição, da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, diz que é lixo marinho todo material sólido de origem humana descartado nos oceanos ou que os atinge por rios, córregos, esgotos e descargas domésticas e industriais.

Detritos orgânicos (vegetais, animais, fezes e restos de alimento) não são considerados lixo marinho, porque em geral se decompõem rapidamente e se tornam nutrientes e alimentos para outros organismos. As fontes do lixo oceânico são comumente classificadas como 'marinhas' (descartes por embarcações e plataformas de petróleo e gás) e 'terrestres' (depósitos e descartes incorretos feitos em terra e levados para os rios pelas chuvas e daí para o mar, onde também chegam carregados pelo vento e até pelo gelo).

O número de publicações, científicas e não científicas, sobre lixo marinho começou a aumentar a partir da década de 1980, segundo Christine Ribic, bióloga

# m a r e s

norte-americana e uma das principais pesquisadoras da área. Ribic atribui esse aumento a três processos: 1) a contínua e crescente substituição, em vários tipos de utensílios, de materiais naturais pelos sintéticos – estes, como o plástico, resistem por mais tempo à degradação no ambiente marinho e tendem a se acumular; 2) o baixo custo dos materiais sintéticos, que não incentiva sua reciclagem e favorece o descarte no ambiente, e 3) o aumento, na zona costeira, do número de habitantes e embarcações, que podem contribuir para o descarte de lixo no ambiente marinho.

Os estudos sobre o volume de resíduos no mar e os impactos à fauna levaram à realização, nos Estados Unidos, de Conferências Internacionais de Lixo Marinho, organizadas pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (Noaa, na sigla em inglês). As conferências ajudaram a consolidar a ideia de que o problema do lixo marinho deve ser reconhecido e enfrentado pelo poder público e por indústrias, pescadores, marinha mercante, militares e a sociedade em geral, e ainda agilizaram

trocas de informação entre os pesquisadores e os tomadores de decisão.

O número de participantes – inclusive de países – vem aumentando, como mostrou a última Conferência Internacional de Lixo Marinho, realizada em 2011, no Havaí, que teve o apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Esse encontro gerou dois documentos importantes: o Compromisso de Honolulu e a Estratégia de Honolulu.

O primeiro é uma lista com 12 atitudes/ações que objetivam reduzir a geração de lixo marinho. Ao assinar esse documento, a nação, empresa ou indivíduo assume publicamente o compromisso de combate ao problema. Já a Estratégia de Honolulu consiste em um roteiro de medidas elaborado para orientar a sociedade civil, o poder público e o setor privado a planejar e executar suas ações nesse campo, incluindo a troca de informações e o aprendizado mútuo. Inclui três eixos de ação: reduzir o lixo marinho gerado em terra, reduzir o lixo marinho gerado no mar e remover o lixo acumulado no ambiente marinho.

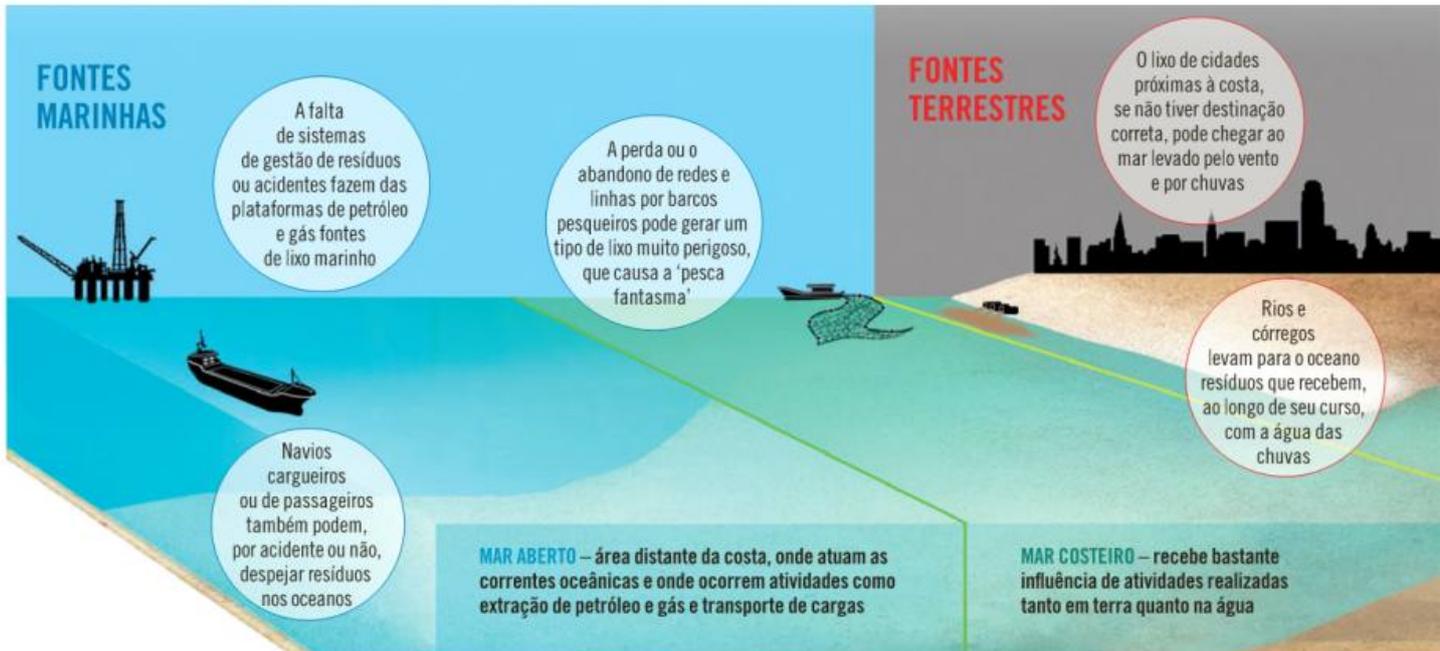
FOTO DE HENRIQUE WINKIN

FOTO NOAA MARINE DEBRIS PROGRAM



FOTO USFWS HEADQUARTERS

Da esquerda para a direita, Tartaruga marinha emaranhada em rede de pesca, que pode prejudicar seus movimentos e albatroz morto provavelmente pela ingestão de plástico



**Proteção do mar na ONU** A Organização das Nações Unidas (ONU) foi criada, em 1945, com o objetivo de promover a paz e o desenvolvimento dos países, mas nas décadas seguintes expandiu sua área de ação. Em 1972, criou uma comissão sobre meio ambiente e desenvolvimento, a qual, em 1987, publicou o relatório ‘Nosso futuro comum’ – chamado de Relatório Brundtland. O nome homenageia a então primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, que presidiu a comissão.

O relatório criticou o sistema de produção mundial e o próprio conceito de desenvolvimento, sugerindo uma mudança na forma como as nações buscavam seu crescimento econômico. Para a comissão, os governos deveriam adotar um modelo de desenvolvimento capaz de “satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as próprias necessidades” – ou seja, um desenvolvimento sustentável.

Em 1992, como desdobramento do Relatório Brundtland, foi promovida a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida como Eco-92, ou Rio-92, por ter ocorrido no Rio de Janeiro. O encontro mundial gerou um documento, a Agenda 21, contendo compromissos que os países deveriam adotar para proteger o meio ambiente. Entre eles estavam mudanças nos padrões de consumo, manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e proteção dos oceanos, mares e zonas costeiras, temas que se relacionam com a diminuição da geração de lixo marinho.

Dando sequência às iniciativas da ONU contra a degradação do ambiente marinho, o PNUMA criou, em 1995, o Programa Global de Ação para a Proteção do Ambiente Marinho de Atividades Situadas em Terra (GPA, na sigla em inglês). Esse programa inovou ao apontar a conexão entre os ambientes marinho e terrestre e buscou orientar as nações no sentido de reduzir as

fontes de degradação dos oceanos oriundas de atividades humanas realizadas em terra.

Dentro do GPA surgiu, em junho de 2012, a Parceria Global para o Lixo Marinho (GPLM, na sigla em inglês), criada para fortalecer iniciativas que, com base na Estratégia e no Compromisso de Honolulu, evitem a entrada de lixo nos mares. A GPLM está vinculada a outra iniciativa, a Parceria Global para a Gestão de Resíduos Sólidos, com vistas a garantir que as estratégias e metas referentes ao lixo marinho estejam acopladas à redução e à gestão de resíduos sólidos.

**Gestão de resíduos no Brasil** As primeiras iniciativas para regular a gestão dos resíduos sólidos no Brasil surgiram no final da década de 1980, na forma de um projeto de lei. No entanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305) foi sancionada apenas em 2010. Ela trouxe uma série de definições, princípios e instrumentos importantes referentes aos resíduos sólidos, como os Planos Federais e Estaduais de Gestão de Resíduos e os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (que os municípios devem elaborar).

Embora os governos federal e estadual tenham papel importante, ao definir metas e diretrizes gerais e criar incentivos, são os planos gerados e implantados nos municípios que, de fato, lidam com o problema do lixo marinho. Não é à toa que muitas das propostas incluídas na Estratégia de Honolulu para combater o lixo de fontes terrestres cabem aos governos municipais.

Nesse aspecto, destacam-se as cidades costeiras, fontes mais imediatas de resíduos para os oceanos. Por isso, essas prefeituras devem considerar com atenção especial o combate ao lixo marinho. O Brasil tem 5.564 municípios, dos quais 395 são costeiros. Parece pouco, mas é preciso levar em conta que a população do país se con-

## IMPACTOS

O lixo pode causar danos aos animais marinhos por ingestão ou emaranhamento, ferimentos e até a morte

Turismo e recreação nas praias podem gerar grande volume de lixo – se o descarte é inadequado, esse lixo vai para o mar

**PRAIAS** – transição entre os ambientes terrestre e marinho – nessas áreas, o lixo pode se acumular ou ser levado para o mar por ondas, marés e ventos

FOTO NOAA MARINE DEBRIS PROGRAM

O problema do lixo marinho envolve fontes terrestres e marinhas de lixo e diferentes locais de acúmulo, como a praia, o mar costeiro e o oceano aberto

não tratou da construção dessa política, debatendo o desafio dos resíduos sólidos a partir de uma lei já existente. O processo da Conferência começou nos municípios, passou por etapas estaduais e culminou na etapa nacional, em Brasília, quando foram selecionadas as ações prioritárias a serem colocadas em prática.

Entre as 60 propostas aprovadas na IV CNMA, duas enfocam o lixo marinho.

A primeira, ligada à redução de impactos ambientais, envolve a busca de maior transparência no diálogo da sociedade civil organizada com o poder público e com usuários de água, com vistas à educação e sensibilização sobre o problema do lixo marinho. Para isso, é indicada a facilitação de parcerias e a criação de incentivos fiscais, financeiros e de crédito para que municípios e instituições organizadas promovam ações voltadas para a redução dessa poluição.

A segunda proposta, como não poderia deixar de ser, é ligada à educação ambiental, e aponta a necessidade da promoção de campanhas educativas e de sensibilização, nos meios de comunicação, sobre as consequências da disposição incorreta do lixo, com ênfase no ambiente marinho e nos danos causados às populações humanas.

Vale lembrar que todos podem contribuir para a definição e implantação de alternativas e soluções para os resíduos sólidos no Brasil. A construção de uma política pública para esse setor, e para a questão associada ao lixo marinho, deve ser coletiva, com ampla participação social. Nesse processo, é essencial repensar os modelos de produção e consumo amplamente difundidos em nossa sociedade. Afinal, lixo marinho não nasce no mar. 

centra no litoral ou perto dele – cerca de 70% dos brasileiros vivem a menos de 200 km do mar.

Dados de 2008, da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelam que metade dos municípios do país ainda deposita seus resíduos em vazadouros a céu aberto (lixões) e que, embora a coleta de lixo nas áreas urbanas ocorra em 99,5% dos municípios, apenas 30% dos municípios contam com esse serviço nas áreas rurais. Devem ainda ser consideradas práticas como varrição das vias públicas (feita em 75% das cidades), limpeza e desobstrução de galerias pluviais (em 42%) e outras ações que ajudam a prevenir a entrada de lixo no mar e que deviam ser mais difundidas entre os municípios.

A limpeza de praias marinhas, fluviais e lacustres, também considerada na pesquisa sobre o saneamento no país, é realizada por 10% dos municípios, ou seja, por 572 deles, o que provavelmente abrange todos os 395 municípios costeiros. Nesse caso, porém, outras questões podem ser levantadas: de que modo, com que frequência e em quantas praias é feita a limpeza?

É muito importante o acompanhamento dos planos municipais de gestão de resíduos sólidos. Cabe verificar se incluem metas para ampliar a cobertura de coleta seletiva e a reciclagem e para reduzir a geração dos resíduos, além de medidas de limpeza de vias públicas e praias e programas de informação para a população sobre as formas corretas de destinação dos resíduos.

**Diretrizes para o futuro** A questão dos resíduos sólidos é tão importante para o meio ambiente que o principal objetivo da IV Conferência Nacional de Meio Ambiente (IV CNMA), realizada em 2013, foi contribuir na implementação da política nacional para esse tipo de resíduo. Diferentemente das conferências anteriores, esta

## Sugestões para leitura

RIBIC, C. A.; DIXON, T. R. e VINING, I. *Marine debris survey manual*. Washington, NOAA Technical Report, 1992.

RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; FRANEKER, J. V. e MOLONEY, C. L. 'Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment', em *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, nº 1.526, p. 1.999, 2009.

### NA INTERNET

IV Conferência Nacional do Meio Ambiente (<http://www.conferenciameioambiente.gov.br/>)

GPA (<http://www.gpa.unep.org/index.php/global-partnership-on-marine-litter>)

Marine Litter – UNEP (<http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/>)

Marine Debris Program – NOAA (<http://marinedebris.noaa.gov/>)

# O que temos a ver com isso?

## Resíduos em praias e ambientes costeiros

Ambientes costeiros, em especial as praias arenosas, são os mais democráticos espaços destinados ao lazer. Nenhuma outra área natural recebe maior número de visitantes do que praias, nem suporta tantas atividades simultaneamente. Nos países tropicais, como o Brasil, tais espaços têm sido um dos mais procurados para moradia e turismo, mas muitas vezes estão bastante degradados pela presença de lixo, o que pode gerar desvalorização ecológica, estética, social e econômica, além de trazer riscos à saúde dos frequentadores.

**Maria Christina B. de Araújo**

*Departamento de Oceanografia e Limnologia,  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Jacqueline S. Silva-Cavalcanti**

*Departamento de Engenharia de Pesca,  
Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Um fato alarmante vem sendo constatado com frequência cada vez maior: nossos rios, manguezais, praias e o próprio oceano estão repletos de lixo. Atualmente, esse problema afeta todo o mundo, atingindo tanto áreas urbanas litorâneas quanto locais remotos e até inabitados, a exemplo de algumas ilhas oceânicas.

O lixo que chega a esses ambientes tem origem diversa, mas, sem dúvida, as atividades e comportamentos humanos, acidentais ou intencionais, estão na raiz do problema. Embora seja conhecido como esses resíduos entram nas áreas naturais, sua produção e deposição continua a ser facilitada. O lixo atinge ambientes costeiros por meio de esgotos e lixões instalados irregularmente perto de rios ou, muitas vezes, por meio dos próprios usuários de praias, que deixam resíduos na areia. Os caminhos dessa poluição são variados, mas o mar é quase sempre o ponto de chegada.

O oceano também recebe lixo lançado por embarcações, desde as pequenas até barcos de pesca e navios de grande porte (figura 1). Apoiados no falso conceito de que os oceanos são capazes de assimilação infinita e na garantia de anonimato, os tripulantes se desfazem dos resíduos antes da chegada em terra.

A presença de lixo nos ambientes naturais está intimamente ligada a questões como saúde pública, conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, e tem potencial para causar sérios prejuízos econômicos, sociais e ambientais. No caso dos ambientes costeiro e marinho, esses prejuízos incluem gastos para a limpeza das praias por órgãos públicos (verba que poderia ser destinada a outras finalidades), perdas do potencial estético e turístico do local, contaminação da



areia por organismos que causam doenças e danos a espécies marinhas. Como o lixo é o tipo de poluição mais visível, a sujeira pode tornar a praia pouco atrativa e afastar as pessoas.

No caso de resíduos sólidos, os animais (aves, peixes, tartarugas, cetáceos e outros) os ingerem ou enredam-se neles, o que pode levar a sufocamentos, ferimentos, doenças e até a morte. No atol de Midway, no oceano Pacífico, a mais de 2 mil km do continente mais próximo, o fotógrafo norte-americano Chris Jordan registrou a morte de milhares de albatrozes que confundiram o lixo flutuante com comida ([www.chrisjordan.com/gallery/midway](http://www.chrisjordan.com/gallery/midway)).

**Resíduos diversificados** Esta é a era dos descartáveis, ou seja, usa-se muito plástico e esse material não é reaproveitado como deveria. Há muitas formas de poluição extremamente danosas, mas os plásticos presentes no lixo representam uma das maiores preocupações, por causa de propriedades como baixa densidade (que facilita a flutuação e a dispersão) e persistência (uma garrafa plástica de refrigerante pode levar mais de 300 anos para se decompor). Nos manguezais, características como raízes e galhos emaranhados e sedimento lodoso ajudam a reter os resíduos, tornando difícil sua retirada por processos naturais ou de limpeza pública.

Figura 1. Parte do lixo recolhido por um navio na costa brasileira, em uma dragagem a 2 mil m de profundidade

Embora a presença do lixo já seja evidente nos ambientes costeiros e no mar, o que se percebe provavelmente é apenas a 'ponta do iceberg'. Um volume imenso de fragmentos ou itens muito pequenos está disperso e 'invisível' – ou está enterrado sob sedimentos (areia ou lodo), ou sua visualização é dificultada pelo tamanho.

Os itens do lixo presentes nos ambientes naturais, inclusive as áreas costeiras e o mar, mostram grande diversidade na composição e no tamanho. O macrolixo inclui itens com dimensão bastante variável, mas a maioria tem entre 5 e 30 cm, o que abrange em especial garrafas de politereftalato de etileno (plástico PET), garra-

FOTO DE HENRIQUE NIVIAN

>>>



FOTO DE CRISTINA APARÍCIO

fas de vidro, tampas de plástico ou metal, canudos, potes diversos, fragmentos de tecidos, pedaços de madeira ou partes de utensílios, entre outros. Já os itens considerados pequenos incluem em geral fragmentos plásticos entre 5 mm e 5 cm e outros itens, como pontas ou guimbas de cigarro (em torno de 3 cm).

Em 2009, um estudo feito na praia de Boa Viagem, em Recife (PE), em seis domingos, levou à coleta de 20.090 itens de resíduos sólidos em uma área de 900 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,7 itens por m<sup>2</sup>. Fragmentos plásticos com 2 a 5 cm foram abundantes, representando cerca de 15% do total de resíduos plásticos (figura 2).

Mesmo após longo período de exposição à radiação solar e às variações do clima, os plásticos comuns não sofrem biodegradação, ou seja, não são transformados pela ação de micro-organismos. Com o tempo, porém, são reduzidos a pedaços cada vez menores, mas continuam a ser material plástico. Essa degradação mecânica é a principal responsável pela dificuldade de remoção do lixo acumulado principalmente em praias e manguezais. Quanto menor o fragmento, mais ele se mistura e se camufla no ambiente, dificultando a visualização.

Muitos dos resíduos encontrados em praias têm baixo poder de degradação no ambiente e alguns não costumam ser reciclados no país, como borracha, polipropileno expandido (isopor), pontas de cigarro e polipropileno biorientado metalizado (Bopp, na sigla em inglês) usado em embalagens de alimentos. Portanto, não há interesse em seu recolhimento. As pontas de cigarro se degradam mais rápido que os plásticos, mas o tamanho e a cor facilitam a mistura com a areia, prejudicando a coleta.

Entre os itens pequenos, destacam-se os chamados *nibs* ou *pellets* – grânulos plásticos esféricos, com diâme-

tro médio de 5 mm, usados como matéria-prima para a fabricação de artigos plásticos (a fragmentação em minipelotas facilita a armazenagem e o transporte). Apenas nos Estados Unidos, são produzidas por ano cerca de 27 milhões de toneladas desses grânulos. Eles chegam às praias e ao mar por conta de perdas no transporte ou nas indústrias e, como em geral são branco-leitosos ou transparentes, se tornam quase imperceptíveis nessas áreas naturais (figura 3).

Os grânulos plásticos já estão entre os resíduos mais abundantes em praias no mundo. Um relatório da Agência de Proteção Ambiental Americana revelou que já são parte inseparável do lixo em suspensão e do sedimento de fundo e da areia de praias de todos os oceanos. Acumulam-se mesmo em praias que contam com limpeza mecanizada, pois em geral as minipelotas escapam dos equipamentos.

**Microlixo: com alto impacto** Além dos itens muito pequenos, como os grânulos, há outros ainda menores, que podem ter menos de 1 mm. Essa categoria de resíduos, chamada de microlixo, pode ter impactos significativos no ambiente marinho, já que seu tamanho favorece a acumulação e permanência e inviabiliza sua coleta.

O microlixo inclui fragmentos plásticos minúsculos (gerados pela fragmentação progressiva de itens maiores) e microesferas de polietileno (um tipo de plástico), que hoje são adicionadas a vários produtos, de sabonetes e cremes para pele a pastas dentais, para lhes dar propriedades esfoliantes. O uso crescente desses produtos tem aumentado a entrada de microlixo plástico nos ambientes, em especial por meio dos esgotos que chegam aos rios. É provável que as microesferas plásticas (figura 4), com tamanho médio de 0,5 mm, já estejam presentes em larga escala nos ambientes marinhos, mas suas dimensões impedem uma avaliação confiável da situação atual.

A indústria cosmética está em ascensão. Além dos produtos com poder esfoliante já prontos para uso, as microesferas de polietileno podem ser adquiridas, em lojas especializadas ou pela internet, para preparação de cremes e sabonetes, em embalagens que contêm de 5 g a 1 kg. Portanto, estima-se que uma quantidade cada vez maior dessas partículas se acumulará nos ambientes.



FOTO DE CRISTINA ARRADO

Figura 2. Lixo relacionado ao uso da praia, recolhido em 300 m<sup>2</sup> de areia na praia de Boa Viagem, em Recife (PE)



Figura 3. Fragmentos plásticos e grânulos (*pellets*, indicados pela linha vermelha) são comuns em muitas praias

O tamanho do resíduo está diretamente associado ao perigo para os animais, em especial os aquáticos. Quanto menor a partícula, maior o risco de ingestão acidental ou por confusão com alimento. Os grânulos são com frequência ingeridos por aves marinhas, que os confundem com ovos de peixes. A ingestão de *pellets* causa uma sensação de saciedade nos animais, que então reduzem a busca por alimento e podem sofrer desnutrição e morte. São inúmeros os relatos de animais mortos que tinham itens inteiros ou fragmentos plásticos no tubo digestivo.

É provável que as microesferas de polietileno também estejam sendo ingeridas por acidente, inclusive por pequenos invertebrados aquáticos. Como esses seres servem de alimento para animais maiores, essas partículas provavelmente percorrem toda a cadeia alimentar dos oceanos.

Os impactos gerados pelo macrolixo, porém, são bem mais perceptíveis que os dos itens menores. Para a população em geral, a presença de lixo em praias é a questão mais preocupante e desagradável, com frequência associada a riscos para os frequentadores. No entanto, são raramente mencionados o comprometimento de manguezais ou do ambiente marinho e os riscos para os animais, embora sejam significativos e descritos em todo o mundo.

**Remover ou prevenir?** Há duas abordagens para se lidar com o lixo nos ambientes naturais: uma é prevenir e reduzir sua entrada, outra é remover o que já está despejado e acumulado. A segunda opção é evidentemente a mais dispendiosa e difícil. Embora isso exija um esforço muito grande, fragmentos maiores podem

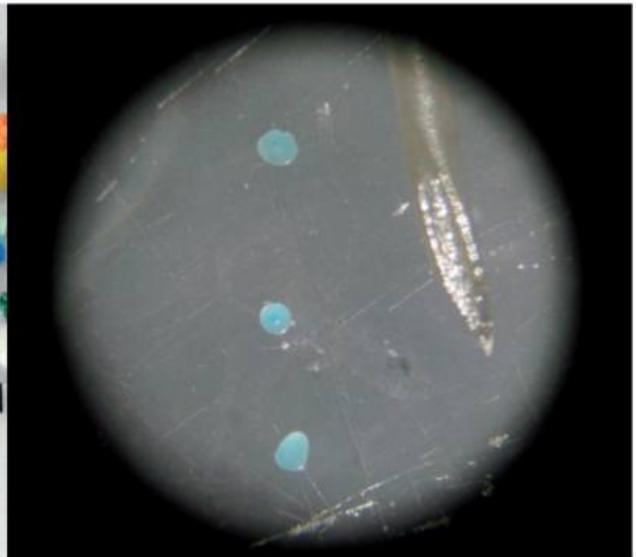


Figura 4. Microesferas de polietileno vistas com uma lupa – a ponta de uma seringa (à direita) permite comparar o tamanho

ser retirados de alguns ambientes (como rios e praias) com o uso de equipamentos adequados, mas isso é quase impossível para itens pequenos ou para o microlixo. Em ambientes de difícil acesso, como manguezais, a limpeza é ainda mais desafiadora.

Somente com a mudança nos hábitos e comportamentos humanos será possível lidar de forma eficiente com a questão da poluição. Para obter isso, são necessárias campanhas de educação e conscientização pública. Essa estratégia é essencial para a proteção ambiental, por encorajar as pessoas a mudar suas atitudes – por exemplo, escolhendo produtos e embalagens com maior capacidade de degradação ou que não agridam o meio ambiente, reduzindo a geração de resíduos (por meio de práticas de reciclagem) ou apenas acondicionando-os de modo apropriado, o que evitaria sua dispersão nos ambientes. Só esses esforços poderão, em longo prazo, reduzir os impactos causados pelo lixo nos ambientes naturais. **Ca**

## Sugestões para leitura

ARAÚJO, M. C. B. e COSTA, M. 'Lixo no ambiente marinho', em *Ciência Hoje*, v. 32, nº 191, p. 64, 2003.

BRANDINI, F. Nibs – o campeão do microlixo marinho, 2007 (disponível em [http://www.oeco.com.br/todos-os-colunistas/50-frederico-brandini/17104-oeco\\_21963](http://www.oeco.com.br/todos-os-colunistas/50-frederico-brandini/17104-oeco_21963)).

SANTOS, I. R. 'Tubarões de coleira', em *Ciência Hoje*, v. 38, nº 224, p. 54, 2006.

SANTOS, I. R. 'Plásticos na dieta da vida marinha', em *Ciência Hoje*, v. 39, nº 230, p. 50, 2006.

## Inovação tecnológica no maior acelerador de partículas do mundo

Pode soar paradoxal construir um equipamento do porte e custo do Grande Colisor de Hádrons (LHC) para investigar fragmentos de matéria que são trilhões de vezes menores que um grão de areia. O mais famoso deles, o bóson de Higgs, foi anunciado recentemente e capturou a atenção da mídia mundial. A resposta lógica é que as descobertas feitas no LHC avançam o conhecimento sobre uma das perguntas mais instigantes da ciência (e da filosofia): do que são feitas as coisas – o que nos inclui. Esse já seria motivo suficiente para investir nessa jornada humana magnífica, que se estende pelos últimos 2,5 mil anos. Mas o maior acelerador de partículas do mundo é muito mais que ciência básica. Ele gera inovação tecnológica que, por sua vez, é revertida em riqueza e bem-estar para a população mundial.

**Arthur Marques Moraes**

*Coordenação de Física Experimental de Altas Energias,  
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ)*

# LHC PARA ALÉM DO

**N**ós, seres humanos, temos, como atributos inatos, a curiosidade e a habilidade de observar e descrever de modo consistente a realidade à nossa volta. Ao longo de séculos, pensadores e cientistas construíram uma descrição elegante para as interações (forças) e partículas elementares da natureza – descrição conhecida como Modelo Padrão.

Hoje, sabemos que a matéria ao nosso redor – e nós mesmos – é formada por átomos, que, por sua vez, são constituídos de partes ainda mais fundamentais, as partículas subatômicas. Esse conhecimento e as inovações tecnológicas necessárias para a obtenção dele permitiram revoluções em nossa qualidade de vida. Várias aplicações tecnológicas que hoje são essenciais à vida moderna tiveram suas origens em pesquisas científicas voltadas ao estudo da física das partículas elementares. Exemplos: a energia nuclear para a geração de eletricidade; a produção e o uso de elementos radioativos (radioisótopos) em diagnósticos médicos; o compartilhamento de dados por meio da rede *www*. A lista é longa.

Apesar de avanços marcantes na história recente da pesquisa básica em física de partículas, ainda existem mistérios e questões fundamentais sobre os componentes elementares do universo, como: i) por que observamos predominância tão grande de matéria em relação

à antimatéria no universo?; ii) qual a natureza da matéria escura, que constitui cerca de um quarto da massa do universo?; iii) existem novas partículas a serem descobertas?

Cientistas de vários países trabalham em colaborações científicas internacionais para solucionar essas e outras questões em aberto.

**Casa da *www*** Físicos de partículas usam instalações científicas cada vez maiores e mais complexas para estudar os componentes subatômicos da matéria. Esses laboratórios – em geral, operados por colaborações multinacionais – têm enormes aceleradores e detectores de partículas, além de sistemas computacionais sofisticados para processamento e análise de dados.

Nesses laboratórios, os experimentos são projetados sob medida, para explorar fenômenos ainda desconhecidos. A cada nova geração de experimentos, os objetivos científicos impõem mais e maiores desafios tecnológicos. Intensificam-se os requisitos técnicos para fazer com que aceleradores gerem feixes de partículas com energias maiores, detectores tenham precisão e durabilidade melhores que seus antecessores e sistemas computacionais – de proporções globais – funcionem de modo integrado, para armazenar e processar quantidades cada vez maiores de dados.



Túnel com 27 km de extensão onde está instalado o LHC

# BÓSON DE HIGGS

Fundado em 1954, perto de Genebra, na fronteira entre a Suíça e a França, o Cern (sigla, em francês, para Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) é hoje o principal centro de física de partículas do mundo, tendo contribuído não só para avanços na pesquisa básica, mas também para inovações tecnológicas. Em pouco mais de meio século de existência, dois prêmios Nobel em Física foram dados a líderes de experimentos feitos no Cern: ao italiano Carlo Rubia e ao holandês Simon Van der Meer (1925-2011) em 1984; em 1992, ao francês Georges Charpak (1924-2010). O norte-americano Jack Steinberger, ganhador do prêmio Nobel em 1988, pertencia ao corpo científico do Cern na ocasião de suas premiações.

O Cern também se orgulha por ser o local onde a rede www foi inventada, em 1989, pelo físico britânico Tim Berners-Lee.

**Bóson e nova física** Hoje, o Cern abriga o maior e mais intrincado experimento científico já construído para a exploração dos mistérios do mundo subatômico: o LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Hádrons). Nessa máquina, prótons são acelerados a velocidades que podem chegar a 99,999999% da velocidade da luz – esta é um limite inatingível para qualquer corpo com massa –, viajando em um túnel circular de 27 km de exten-

são, instalado a cerca de 100 m de profundidade. Esses prótons quase luminares são forçados a se manter na trajetória circular por meio do campo magnético gerado por 1.624 eletroímãs super-resfriados (271,3°C negativos).

O LHC foi projetado para acelerar prótons a energias até sete vezes maiores do que as já atingidas em experimentos similares (ver 'LHC: o colosso criador e esmagador de matéria' em CH 247). Acelerados em sentidos opostos, essas partículas colidem de frente, e os fragmentos desses choques são colhidos por quatro detectores gigantes, instalados em pontos específicos do anel. Espera-se que essas colisões revelem mecanismos e interações desconhecidos sobre a composição elementar da matéria.

Com mais de 10 mil cientistas – cerca da metade dos físicos de partículas do planeta –, de mais de 100 países, o projeto, a construção e a operação do LHC levaram quase duas décadas e custaram mais de R\$ 20 bilhões. Hoje, o foco da física de partículas são os resultados que virão da análise dos dados do LHC, que iniciou colisões de prótons em regime de altas energias em 2010. Desde então, mais de 800 artigos científicos foram publicados em revistas especializadas.

Mas, sem dúvida, a observação experimental mais famosa do Cern foi o recém-descoberto bóson de Higgs

CORTEIA CERN

>>>



Sistema de computação em grade para o LHC: compartilhamento de dados e unidades de processamento computacional

– também chamado ‘partícula de Deus’ –, responsável por conferir a propriedade massa a praticamente todas suas companheiras do mundo subatômico. Porém, esse resultado é apenas o início de um rigoroso programa de estudos que procura agora desvendar as propriedades dessa nova partícula, bem como buscar por sinais de uma ‘nova física’ que venha preencher as lacunas que ainda existem em nossa descrição do universo.

**30 mil no mundo** Há, no entanto, outros desdobramentos do LHC menos noticiados: os avanços tecnológicos que a construção e operação desse experimento têm proporcionado. E que estão revolucionando outras áreas do conhecimento. Essas inovações surgem em três áreas principais: aceleradores de partículas, detectores de radiação e sistemas computacionais.

Mas antes de comentá-las, vejamos um cenário geral dos aceleradores de partículas no mundo. Segundo dados da União Europeia, há, hoje, mais de 30 mil dessas máquinas sendo usadas no planeta – destas, menos de 200 são empregadas para pesquisa. A grande maioria delas é utilizada como fonte de elétrons e raios X em diversas áreas e com finalidades distintas. Por exemplo, i) na indústria metalúrgica de alta precisão; ii) na produção de radioisótopos para, por exemplo, diagnósticos médicos, irradiação de alimentos e instrumentos dedicados ao ensino de física; iii) no tratamento do câncer; iv) na despoluição da água; v) no tratamento de gases poluentes industriais; vi) no tratamento de lixo nuclear.

Estima-se que os produtos de processos que empregam aceleradores de partículas revertam o investimento inicial da construção dessa máquina em um valor monetário que é de 100 a 1.000 vezes maior do que o capital investido.

O giro anual de capital associado ao uso de aceleradores de partículas é estimado em cerca de 500 bilhões

de euros (R\$ 1,45 trilhão), com taxa anual de crescimento esperada de até 10% para os próximos anos.

**Riqueza e bem-estar** O LHC deu contribuição valiosa, ao projetar e construir aceleradores mais compactos e baratos, graças ao uso de eletroímãs menores, mais potentes e eficientes, feitos a partir de supercondutores (materiais que conduzem eletricidade sem dissipar calor). O LHC também inovou na eletrônica que controla os aceleradores, bem como na tecnologia de produção de vácuo e na obtenção de temperaturas baixíssimas em equipamentos de grandes dimensões.

Na fase de construção do LHC, a cadeia industrial que lida com a produção de componentes para aceleradores teve que se expandir para suprir as necessidades do Cern. Essa expansão, associada às novas tecnologias desenvolvidas com o LHC em foco, tem permitido a redução drástica nos custos finais de um acelerador de partículas.

Os detectores de partículas projetados para medir os efeitos das colisões de prótons do LHC exigiram um verdadeiro ‘salto’ tecnológico no desempenho desses equipamentos em relação à precisão das medidas, durabilidade e resistência a danos causados pela radiação gerada nas colisões.

As especificações técnicas para os detectores do LHC são 10 vezes mais rigorosas do que as de outros colisores. Isso se deveu basicamente a uma combinação de esforços nas áreas de tecnologias de semicondutores, microeletrônica e interação radiação-matéria.

Hoje, as inovações tecnológicas desenvolvidas no projeto e na construção dos detectores do LHC vêm sendo aplicadas, por exemplo: i) em dosímetros de alta sensibilidade radioativa usados em medicina nuclear; ii) para melhorar a rapidez e nitidez e baixar os custos de exames de raios X, tomografia computadorizada e tomografia de pósitron-elétron (PET); iii) em equipa-



Hadronterapia para o tratamento de câncer: eficiência e menos efeitos colaterais para os pacientes

FOTO: CORTESIA HEIDELBERG UNIVERSITY HOSPITAL / ALEMÂNIA

mentos de radioterapia com menos efeitos colaterais para os pacientes; iv) em até implantes 'biónicos' de retina artificial, para tratamento de certos tipos de cegueira.

Todas essas aplicações geram riqueza e trazem bem-estar para a sociedade.

**Grade computacional** Outro grande desafio para os pesquisadores do LHC é a administração, o processamento e a distribuição do incrível volume de dados experimentais acumulados com o funcionamento do acelerador. Estima-se que, por ano, sejam gerados 25 petabytes (25 milhões de gigabytes), dados que, se armazenados em DVDs, produziram uma pilha com cerca de 20 km de altura.

Tanto o armazenamento quanto o processamento desses dados só se tornaram viáveis com uma ferramenta computacional conhecida como Grid (sigla, em inglês, para computação em grade), que, fruto de processadores cada vez mais rápidos e programação avançada, vem sendo desenvolvido ao longo das últimas duas décadas, tendo o LHC como um de seus principais clientes.

O Grid pode ser visto como uma evolução da rede www. Com ele, não só compartilham-se dados (como a www), mas também o processamento deles, feito por meio da chamada computação paralela, em que as tarefas a serem executadas são distribuídas por várias unidades processadoras (CPUs). Desse modo, análises que poderiam levar horas ou dias em uma única CPU, são processadas em minutos com o Grid.

Atualmente, além do LHC, o Grid é usado em outras áreas: i) pesquisa em astronomia e engenharia aerodinâmica; ii) projetos para construção de satélites; iii) desenvolvimento de novas drogas e remédios; iv) decodificação de proteínas – o que tem permitido avanços no tratamento de doenças, como Alzheimer, Parkinson e

malária; v) indústria de jogos eletrônicos; vi) mercado financeiro.

Assim como a rede www revolucionou o modo de vida em relação ao compartilhamento de informação, um novo salto tecnológico deverá ocorrer em função de aplicações baseadas no Grid.

**Efeito multiplicador** Estudos da União Europeia sobre o impacto econômico dos investimentos no Cern – no período que antecedeu a construção do LHC – revelaram que, para cada 1 euro de investimento nessa área de pesquisa, 3 euros são gerados pelo setor privado. Esses estudos indicam ainda que retornos a taxas maiores são obtidos na transferência de tecnologias, em um processo que leva tipicamente de 10 a 20 anos para amadurecer. Com base nesses dados, investidores industriais da área de alta tecnologia esperam uma contribuição considerável do LHC para a economia nos próximos anos.

O LHC tem tido efeito multiplicador positivo em relação a muitas das inovações tecnológicas desenvolvidas para esse experimento. Vale citar, em especial, a formação de recursos humanos altamente especializados, o que tem impacto social significativo. Há também o aspecto relativo à colaboração internacional em escala global, em que pessoas de países e culturas diferentes – às vezes, conflituosos na política – se unem e trabalham juntos, em prol desse projeto científico.

O LHC está apenas em seu quarto ano de operação. Portanto, é certo que muitas inovações tecnológicas dessa grande aventura científica ainda serão transferidas para a sociedade, com benefícios que, por enquanto, ainda nem mesmo sabemos qualificar ou quantificar. **CR**

## NO LIMITE MÁXIMO DE ENERGIA

O autor deste artigo atua na área de física experimental de altas energias, como membro da Colaboração CMS – um dos detectores do acelerador LHC –, no Cern. O foco de sua pesquisa é a preparação para o reinício das operações de tomada de dados no LHC. Coordena o grupo do CMS responsável pelas análises das colisões de prótons no limite máximo de energia a ser atingido pelo acelerador.

## Sugestões para leitura

CLOSE, F. *A cebola cósmica* (Lisboa: Ed. Edições 70, 1987)

GLEISER, M. *A dança do universo* (São Paulo: Companhia das Letras, 1997).

SYMMETRY magazine. 'How particle physics improves your life'. Março 2013.

Disponível em: <http://bit.ly/1bq00r0>

### NA INTERNET

Cern (inglês ou francês): <http://home.web.cern.ch>



Vista da ilha do Arvoredo, a maior do arquipélago que forma a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, em Santa Catarina

# EMBATE ECONÔMICO E AMBIENTAL

ILHA DO ARVOREDO, UMA DAS DUAS ÚNICAS RESERVAS BIOLÓGICAS MARINHAS DO BRASIL, PODE TER SEU *STATUS* DE CONSERVAÇÃO ALTERADO

O conjunto de ilhas entre a baía de Zimbros, em Bombinhas (SC), e o norte de Florianópolis – mais conhecido como Ilha do Arvoredo – ostenta um título quase exclusivo no Brasil: o de Reserva Biológica Marinha (Rebiomar), a mais rígida categoria do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Uma das duas únicas Rebiomar do país – a outra é o Atol das Rocas (RN) –, a Ilha do Arvoredo pode ter sua categoria de conservação modificada. O Projeto de Lei 4.198/2012, de autoria dos deputados federais catarinenses Esperidião Amin (PP) e Rogério Mendonça (PMDB), prevê sua transformação em parque nacional. Se aprovado, a visitação e o mergulho recreativo, proibidos no local, serão permitidos. Mas a pesca continuará proibida.

O Arvoredo se tornou reserva biológica em 1990 por meio de um decreto do então presidente José Sarney. O deputado Amin acha que a decisão foi equivocada, por não ter sido antecedida de debate público. “Já naquela época todos queriam que a ilha fosse protegida, mas o *status* de par-

que nacional seria suficiente, pois o turismo, que nesse caso é permitido, traria renda para moradores da região”, defende Amin.

Já ambientalistas e pesquisadores temem esse tipo de ação. Até agora, só 1,6% do território marinho brasileiro está protegido em reservas e parques, porção ainda bem distante dos 10% previstos para serem alcançados em 2020, segundo compromisso assinado pelo Brasil na Convenção da Diversidade Biológica (Metas de Aichi), em 2010. Eles defendem a manutenção do *status* de conservação de ambas as reservas por apresentarem ecossistemas únicos e diferentes entre si, já que estão em latitudes consideravelmente díspares. Preservar o conjunto de espécies que reúnem é, portanto, de grande importância para a diversidade biológica marinha do país.

O projeto de lei de 2012, que deverá ser votado este ano na Câmara dos Deputados, não foi o primeiro a propor a mudança de categoria da reserva. Houve propostas similares em 1997 e 2001.

**PEQUENA AMAZÔNIA AZUL** Com área de cerca de 17 mil hectares, a reserva abriga as ilhas Arvoredo (que dá nome à Rebiomar), Galé e Deserta, e o rochedo Calhau de São Pedro. É a única da categoria com remanescentes de mata atlântica no Brasil e mais de 370 hectares de floresta preservada. Nas ilhas há também sítios arqueológicos, como sambaquis (montes formados pelo depósito de conchas) e inscrições rupestres.

Do total da reserva, 98% são áreas marinhas. Tartarugas, estrelas-do-mar, cavalos-marinhos e caranguejos são alguns dos animais que vivem nas águas azuladas do local, o que lhe valeu a denominação ‘Pequena Amazônia azul’. Até agora foram catalogadas ali cerca de 1.400 espécies de animais marinhos e terrestres – 26 das quais sofrem algum tipo de ameaça.

O biólogo Paulo Horta, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), conta que o lugar guarda potencialmente cerca de 30% da biodiversidade marinha das regiões



Colônia de *Corynactis* sp. (do grupo das anêmonas, corais e medusas), na reserva do Arvoredo  
*Hypselodoris picta lajensis*, molusco marinho encontrado no litoral de Santa Catarina e do Sudeste brasileiro

A água-viva *Chrysaora lactea* vive em áreas profundas do sul do oceano Atlântico. A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), encontrada no Arvoredo, é tida como ameaçada pela União Internacional para a Conservação da Natureza



Sul e Sudeste do Brasil. Das 600 espécies de algas descritas no país, 150 podem ser encontradas no Arvoredo e seis são exclusivas do nosso território. Esses organismos, sensíveis a alterações ambientais, ajudam a manter a biodiversidade marinha, já que servem de refúgio para muitas espécies animais, algumas de importância econômica.

O encontro das correntes marinhas do Brasil e das Malvinas em região adjacente, o fenômeno da ressurgência (em que a água do fundo oceânico, fria e rica em plâncton, sobe à superfície) e a influência da pluma do rio da Prata contribuem para a diversidade da região. Esses fatores permitem o aparecimento de peixes e crustáceos de ambientes tropicais e de pinguins e baleias-francas, de clima subtropical. Ainda há grande variedade de peixes de valor comercial, como a garoupa.

A área próxima à Rebiomar está entre os melhores pontos de mergulho recreativo do país. A atividade foi proibida em 2000, dado o impacto negativo na biodiversidade, mas é

permitida na face sul do Arvoredo, fora dos limites da reserva, que mantém um farol da Marinha e serve de abrigo para embarcações.

**GESTÃO E FISCALIZAÇÃO** Um argumento dos que defendem a mudança do status de conservação da reserva diz respeito à fiscalização. Segundo o deputado Amin, a área que deveria ser preservada sofre com a pesca ilegal. A proximidade da costa – pouco mais de 10 km – e o fato de ser considerada ‘inviolável’ atrairiam curiosos. Para o deputado, a transformação em parque seria então uma forma de democratizar o espaço. “Todos devem ter direito de visitar o local; ninguém gosta ou cuida do que não conhece.”

Segundo Amin, as operadoras de mergulho, que dependem da preservação da beleza do local, seriam aliadas contra a pesca ilegal. Turistas, ao conhecer e entender a importância do lugar, também agiriam como fiscais. “Teríamos como aliados um plano de manejo, com visitas controladas, e o aparato educacional.”

Quem administra e fiscaliza a reserva é o Instituto Chico Mendes de Conservação Ambiental (ICMBio). Seu chefe, Ricardo Castelli, diz que a fiscalização, embora constante, não é a ideal. Conta com apenas três embarcações e o apoio do Ibama e da Polícia Federal. Segundo Castelli, planeja-se instalar internet e, em pontos estratégicos da ilha, câmeras de vigilância, além de uma base do instituto no local. Castelli acredita que a transformação da reserva em parque nacional não resolveria as deficiências de fiscalização. Tanto as operadoras de mergulho quanto os visitantes teriam que ser monitorados, tornando a vigilância mais complexa e onerosa.

**RISCOS** Para Paulo Horta, a transformação em parque nacional seria ruim nos aspectos econômico e ambiental. A mudança, a seu ver, enfraqueceria os esforços de conservação e causaria perda de biodiversidade. “Os municípios da região não têm estrutura sanitária para atender grande número de turistas. Em

alguns, o esgoto é lançado no oceano, prejudicando o ecossistema marinho. O aumento do movimento na região só agravaria a situação”, alega.

Pesquisas feitas em outros locais revelam os impactos da ação humana em áreas protegidas. Estudo (ainda não publicado) que compara a biomassa de peixes da Reserva Biológica do Atol das Rocas e do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha mostra que a biomassa é maior na reserva biológica. Está comprovado, segundo Horta, que a presença de mergulhadores e barcos e a poluição causada pela queima de combustíveis fósseis prejudicam seriamente os ecossistemas aquáticos.

O pesquisador da UFSC afirma que a quantidade de peixes da ilha do Arvoredo é maior que a de regiões próximas, fora da área de proteção. “A reserva, um refúgio para pescados, pode ser considerada uma unidade de produção”, diz Horta. “Isso garante a ocorrência de peixes em áreas adjacentes.”

Se a ilha virar parque, organismos sensíveis a alterações ambientais podem diminuir ou até desaparecer, segundo Horta, comprometendo a identificação de novas espécies ou a adequada exploração das já conhecidas. “O desenvolvimento de novos medicamentos, por exemplo, depende da descoberta de novas substâncias, que podem estar presentes nas muitas espécies que vivem no arquipélago.”

Além disso, ele acredita que a manutenção do *status* de reserva biológica deverá garantir às gerações futuras um ambiente de rara beleza e alta biodiversidade. Como alternativa econômica rentável para a região, ele aponta o investimento em biotecnologia. A criação e o uso de organismos vivos, como algas, na produção de novos bens é, segundo Horta, uma opção muito mais segura para a economia da região do que a transformação da área em local turístico.

FRANCIELE PETRY SCHRAMM | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | PR

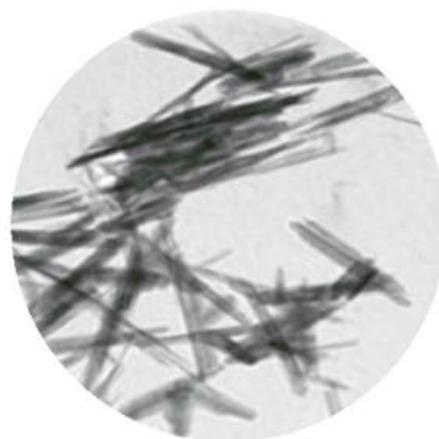
# TRANSFORMAÇÃO DE POLUENTES

MÉTODO USA RESÍDUOS DA MINERAÇÃO DO CARVÃO PARA PRODUZIR ÓXIDO DE FERRO, COMPOSTO COM VÁRIAS APLICAÇÕES

Três décadas de atividades em mineração de carvão deram ao sul de Santa Catarina o título de uma das 14 áreas mais críticas de poluição no Brasil. Para mitigar esses danos, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina desenvolveram uma técnica que transforma os resíduos poluentes da mineração em matéria-prima para a produção de óxido de ferro, composto com diversas aplicações.

De acordo com a engenheira química Regina Moreira, uma das autoras do método, as atividades na exploração do carvão mineral no estado já geraram mais de 200 milhões de toneladas de resíduos sólidos (ver ‘Carvão mineral: um mal necessário?’, em CH 301). Ao entrar em contato com a água, esses resíduos provocam a drenagem ácida das minas, um dos mais graves impactos ambientais associados à atividade. “Os contaminantes atingem os corpos hídricos e tornam a água imprópria para o desenvolvimento natural da flora e fauna aquáticas, além de inviabilizar qualquer captação destinada ao abastecimento doméstico”, explica.

Para transformar poluentes em óxido de ferro, a equipe recuperou da drenagem ácida uma elevada quantidade de ferro solúvel. “A seguir, ocorre um processo lento e controlado de formação de goetita que, aquecida a 300°C, transforma-se em hematita, também chamada de óxido de ferro”, descreve a pesquisadora.



A microscopia eletrônica mostra as nanopartículas de óxido de ferro produzidas na carbonífera Criciúma, que podem ser usadas para tratar água, remover poluentes atmosféricos e purificar biogás

A técnica foi desenvolvida na carbonífera Criciúma, onde, dependendo da concentração de ferro na drenagem ácida e da qualidade do produto que se deseja obter ao final do processo, é possível tratar cerca de 1,2 milhão de litros de drenagem ácida por dia.

O óxido de ferro pode, entre outras funções, ser usado no tratamento de água, na remoção de poluentes atmosféricos e na purificação do biogás. Ainda que tenha sido aplicado apenas em uma empresa, o método, já patentado, pode ser expandido para outros locais. Moreira diz que o custo varia de acordo com a pureza do produto final. “Trata-se de um grande mercado a ser explorado, cujas aplicações ainda estão em desenvolvimento”, acrescenta.

MARIANA ROCHA | ESPECIAL PARA CIÊNCIA HOJE | RJ

# SOLUÇÃO CRIATIVA

COMPOSTO DESENVOLVIDO NO BRASIL  
DÁ FIM NOBRE À GLICERINA RESULTANTE  
DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A glicerina impura que resulta do processo de produção do biodiesel (combustível obtido a partir de fontes vegetais) pode ter nova destinação graças a estudos feitos no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em parceria com a Petrobras. O trabalho foi realizado pela equipe do químico Luiz Carlos Alves de Oliveira, que desenvolveu um composto que permite o aproveitamento da glicerina em sua forma mais bruta, sem necessidade de purificação.

A glicerina é um derivado do processo de transesterificação – reação química entre um éster e um álcool da qual resulta um novo éster e um álcool – do biodiesel, em que óleos vegetais reagem quimicamente na presença de soda cáustica, gerando o combustível. Nessa reação, são produzidos aproximadamente 10% de glicerina em relação ao volume total de biodiesel.

Por conter soda cáustica e outras substâncias nocivas em sua composição, a glicerina não tem utilidade se não for purificada. A purificação pode se dar por meio da destilação, em que o resíduo é separado em diversas frações. “Mas, como esse processo é caro, as indústrias produtoras de biodiesel preferem armazenar a glicerina”, conta Oliveira. Como resíduo, o composto tem baixo valor comercial. No entanto, purificado, tem grande aplicação na indústria farmacêutica e de cosméticos.

**TRANSFORMAÇÃO DO COMPOSTO** Para aproveitar a glicerina acumulada nas plantas de produção de biodiesel, os químicos da UFMG desenvolveram um composto derivado do nióbio com propriedades oxidantes – o oxi-hidróxido de nióbio ( $\text{NbO}_2\text{OH}$ ), já patenteado. Trata-se de um acelerador de reações químicas, isto é, um catalisador.

Na presença de  $\text{NbO}_2\text{OH}$ , a glicerina residual transforma-se em diferentes compostos, como ácido acrílico, ácido fórmico e álcool alílico, produtos muito utilizados na indústria petroquímica, para produzir plásticos, por exemplo. O Brasil não produz esses compostos, que em geral são importados da China. Graças, porém, ao estudo da UFMG, eles poderão ser obtidos da glicerina residual, uma fonte renovável de produção.

Com a obrigatoriedade da adição de 5% de biodiesel ao diesel comum (de origem fóssil), imposta pela Lei 11.097, de 2005, o volume de glicerina residual acumulada no Brasil pode chegar a 80 mil toneladas anuais. Mas, se for transformada nos compostos citados, pode gerar grandes ganhos para o país, dado o seu elevado valor agregado. Na opinião de Oliveira, o Brasil pode tornar-se forte produtor mundial de insumos químicos de alto valor.

É importante ressaltar que 98% das reservas mundiais de nióbio – o elemento químico que está na base do catalisador desenvolvido pela equipe de Oliveira – estão localizadas no Brasil, a maior parte em Minas Gerais.

No momento está sendo estudada a viabilidade econômica do processo. Caso ele se mostre rentável, já é possível pensar na possibilidade de construção de unidades industriais que realizem a produção.

FRANCIELE PETRY SCHRAMM | ESPECIAL PARA  
CIÊNCIA HOJE | RJ



Glicerina comercial (à esquerda), após purificação. Com o desenvolvimento de um novo composto, a glicerina residual (à direita) não precisará passar por um processo de alto custo para ser reaproveitada

# MIL E UMA APLICAÇÕES

ELECTROSCOPIA RAMAN PODE SER USADA  
PARA ANÁLISES QUÍMICAS EM DIVERSOS SETORES

Avaliar a qualidade de alimentos, detectar drogas ilegais, identificar substâncias químicas e até ajudar na restauração de obras de arte. Essas e outras aplicações para uma antiga técnica vêm sendo estudadas pelo Núcleo de Espectroscopia e Estrutura Molecular (Neem), do Departamento de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Coordenadas pelo químico Luiz Fernando Cappa de Oliveira, as pesquisas buscam ampliar possíveis usos da chamada espectroscopia Raman.

Esse tipo de espectroscopia é baseado em um fenômeno que ocorre quando a luz incide sobre algum material. A maior parte da luz refletida não apresenta qualquer alteração, mas algumas partículas luminosas (fótons) têm sua energia modificada ao interagir com as moléculas do material. A espectroscopia Raman analisa a luz espalhada, detecta essas mudanças, que são diferentes para cada material, e obtém informações relevantes sobre o composto irradiado, seja gasoso, líquido ou sólido.

O fenômeno detectado é conhecido como efeito (ou espalhamento) Raman, em homenagem ao físico indiano Chandrasekhara V. Raman (1888-1970), que o confirmou em 1928 e, por isso, ganhou o prêmio Nobel de Física em 1930 (ver 'Efeito Raman: a técnica que nasceu da observação do azul do mar', em *CH301*). A espectroscopia Raman foi usada de início para determinar a estrutura de moléculas, mas nas últimas décadas vêm sendo descobertas outras aplicações para a técnica.

O Neem trabalha com a espectroscopia Raman desde 1995. Cappa

explica que, na maioria das pesquisas com a técnica, ela é utilizada apenas como método auxiliar, em conjunto com outros tipos de análise. O grupo de Juiz de Fora, porém, é um dos poucos no Brasil a dar prioridade a esse tipo de espectroscopia. "Nosso grupo utiliza a técnica como ferramenta principal e explora suas propriedades para melhorar a caracterização qualitativa e quantitativa de materiais", explica Cappa.

Para o químico, a espectroscopia Raman não precisa ser um método secundário, já que apresenta diversas vantagens e não deixa nada a desejar em relação às outras, como as espectroscopias de absorção e emissão atômica e molecular. O Neem já tem projetos que envolvem a aplicação da técnica como ferramenta de ciência forense, na identificação de drogas apreendidas pela Polícia Civil de Minas Gerais, e ainda na caracterização de pigmentos (em colaboração com a Universidade de São Paulo) e no estudo de pigmentos existentes em produtos naturais, como o pau-brasil.

**PARCERIAS COM EMPRESAS** O Neem desenvolve ainda estudos que levam a UFJF a estabelecer parcerias com empresas, além de ajudar os alunos a entrar no mercado de trabalho. Cappa conta que a oportunidade dessa colaboração surgiu quando um ex-aluno foi contratado por uma empresa e esta precisou dos serviços de análise do laboratório. "Hoje, temos parcerias em vários projetos, que envolvem alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado, todos trabalhando em temas de interesse mútuo das empresas e do laboratório", afirma.



O retrato de Murilo Mendes, pintado por Portinari, teve seus pigmentos analisados com a espectroscopia Raman

O mercado de arte pode ser um dos principais beneficiados pela utilização da espectroscopia Raman, porque essa técnica não destrói as amostras. "Se o seu uso for possível, é o melhor método. Após a análise, a obra pode ser devolvida ao dono sem qualquer dano", diz Cappa. Segundo o químico, em quase todas as análises convencionais, como a cromatografia ou outros tipos de espectroscopia, é preciso extrair amostras das tintas, mas isso não é necessário na espectroscopia Raman. "Mesmo que as amostras sejam em pequenas quantidades, é um dano ao trabalho do artista", explica o pesquisador.

Um exemplo da aplicação nesse campo foi a análise de pigmentos de uma pintura de Candido Portinari (um retrato do poeta Murilo Mendes). Esse trabalho de Cappa impulsionou a criação do Neem, ainda na década de 1990. A espectroscopia Raman foi usada com a intenção de analisar o estado do quadro, e as informações ajudaram a obter um bom resultado na restauração dessa obra de arte, hoje exposta no Museu de Arte Murilo Mendes, em Juiz de Fora.

FERNANDA TÁVORA | CIÊNCIA HOJE | RJ

PROJETO PORTINARI/RETRATO DE MURILLO MENDES

# REAÇÃO FACILITADA

TÉCNICA POTENCIALIZA AÇÃO DE ENZIMAS USADAS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E REDUZ IMPACTOS NO AMBIENTE

Para a confecção de uma saborosa calda de sorvete ou de uma simples bala, costuma ser usado o xarope de glicose. Esse produto pode ser obtido por hidrólise (quebra de moléculas pela água) do amido de milho, usando-se um ácido forte em alta temperatura – com efeitos danosos ao ambiente – ou enzimas que induzem a reação necessária para gerar o xarope. Em vários processos de produção, esse segundo método promove reações limpas, mas é menos utilizado pelas indústrias, devido ao custo geralmente alto das enzimas.

Agora surge uma alternativa para ampliar o uso de enzimas. A engenheira de alimentos Alline Tribst, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), comprovou, em sua tese de doutorado, que a técnica conhecida como homogeneização a alta pressão (HAP) pode potencializar a ação de algumas enzimas usadas na indústria de alimentos. Isso permitirá, em certos processos, a utilização de uma quantidade da enzima menor que a empregada hoje (com o mesmo resultado) ou a atuação de uma enzima em condições de temperatura e pH diferentes das usuais (o que também pode reduzir custos).

“A HAP deriva de um processo de homogeneização comum, usado na indústria com diversas finalidades, como quebrar em partículas menores a gordura do leite, evitando que esta se separe, como acontece com o leite cru na geladeira”, explica Tribst. Um equipamento de HAP custa em torno de R\$ 50 mil. Dentro dele, a enzima analisada é submetida a uma pressão de 2 mil atmosferas (equi-

valente à de uma coluna de água de 20 mil m de altura e de 10 a 15 vezes maior que a obtida em um homogeneizador comum). Essa pressão altera o formato natural das enzimas e pode expor ainda mais seu sítio ativo (área que se liga à substância que será alterada e provoca a reação pretendida), diz a engenheira.

Ao se formar, cada enzima assume uma conformação específica, dobrando-se sobre si mesma e formando uma espécie de novelo, o que pode deixar seu sítio ativo pouco exposto. A HAP muda a forma do enovelamento, o que, em certos casos, como o das enzimas avaliadas na pesquisa, ajuda a expor o sítio ativo e facilita a ação enzimática. “No caso do amido de milho, as enzimas se ligam às moléculas do amido, resultando na produção do xarope”, esclarece Tribst.

Esse encaixe só ocorre em condições ideais de temperatura e pH, que variam segundo a substância e a enzima empregadas. “É difícil reproduzir essas condições em um ambiente industrial”, comenta a pesquisadora. “Com o uso da HAP, foi possível observar a atuação de enzimas em condições de temperatura e pH diferentes das tidas como ideais.”

Ao todo, foram testadas cinco enzimas: alfa-amilase e amiloglicosidase (usadas na produção do já mencionado xarope de glicose e também de pão e cerveja); betagalactosidase (empregada na produção de leite sem lactose); glicose-oxidase (que evita a oxidação de vitaminas e pigmentos em alimentos embalados);



e protease (que serve para maturar queijos e amaciar carnes).

“No caso da enzima glicose-oxidase, as mudanças de conformação provocadas pela homogeneização proporcionaram um aumento de atividade de até 400%”, aponta a engenheira. “Isso permite que uma quantidade quatro vezes menor da enzima seja necessária para alcançar o mesmo resultado, diminuindo o custo do processo.”

O estudo foi vencedor do Prêmio Capes de Tese de 2013 na área de engenharia de alimentos. Com o incentivo, Tribst pretende prosseguir com a pesquisa, agora no pós-doutorado, testando outras enzimas relevantes para a indústria. “O uso das enzimas no lugar de outros componentes químicos torna a reação mais branda e gera resíduos de descarte mais fácil”, afirma a pesquisadora. “Com essa técnica, vai ser mais simples para as indústrias diminuírem os efeitos negativos no ambiente.”

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

# TUDO EM FAMÍLIA

PROGRAMA QUE ANALISA FACES E DETECTA PARENTESCOS PODERÁ TER VARIADAS APLICAÇÕES

O estudo meticuloso das partes do corpo humano para a identificação de indivíduos, a antropometria, é uma técnica antiga, proposta na década de 1880 pelo policial francês Alphonse Bertillon (1853-1914). Nos últimos 130 anos, ela evoluiu, e agora vem se adaptando às tecnologias digitais, com mil e uma possibilidades de uso. Em breve, como mostra pesquisa do engenheiro de computação Tiago Figueiredo Vieira – fruto de parceria entre o Politécnico di Torino, na Itália, e o Departamento de Eletrônica e Sistemas da Universidade Federal de Pernambuco – poderá

Para definir relações de parentesco, o programa de computador analisa e compara as características faciais de cada pessoa (A). Além de identificar relações entre irmãos, o programa também consegue determinar relações entre pais e filhos, baseando-se em semelhanças faciais que ajudam a definir o parentesco (B)

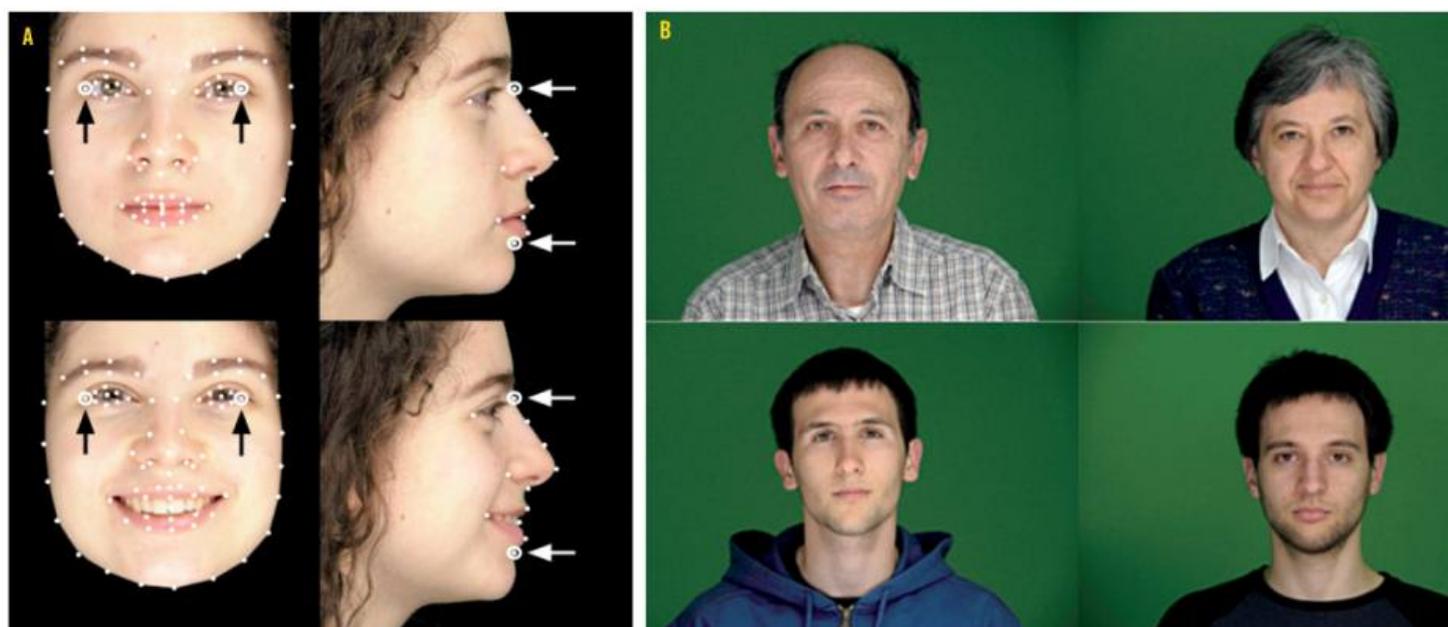
ser usada para apontar parentescos entre indivíduos.

Se à primeira vista a proposta parece simples, não se engane: para fazer o que promete, o programa de computador desenvolvido por Vieira utiliza um intrincado sistema de algoritmos que, *grosso modo*, permite comparar características físicas faciais de indivíduos distintos e, dependendo das semelhanças e diferenças entre elas, determinar se são parentes ou não. “Construímos um banco de dados com fotografias de vários voluntários”, conta o pesquisador. “A partir dele, montamos pares de fotos de irmãos e de não irmãos e ensinamos ao computador quais amostras representavam associações familiares, a partir da comparação de fatores e características faciais, como geometria, textura e cor”.

Após esse ‘aprendizado’, o computador identificou corretamente

irmãos e não irmãos em cerca de 90% dos testes realizados – resultado promissor para um projeto ainda em fase inicial, segundo Vieira. Além de identificar irmãos, o programa também é capaz de apontar o parentesco entre pais e filhos, mas o pesquisador ressalta que não é possível determinar o grau de parentesco exato dentro de um banco com fotos de pais, filhos, irmãos e irmãs. “O reconhecimento só ocorre quando aqueles dois tipos de casos são isolados. É como se fossem dois programas distintos”, esclarece.

Outras limitações ainda presentes no sistema são a inabilidade de lidar com a presença de gêmeos idênticos e meios-irmãos no grupo analisado. Para o futuro, Vieira pretende encontrar soluções para os problemas existentes e ampliar o banco de dados com mais pessoas, aumentando o alcance do programa.



## BIOLOGIA

# Conversa de tartaruga

Um programa assim pode ter muitas aplicações, segundo Vieira. Empresas como o Facebook, por exemplo, poderiam usá-lo para classificar e relacionar seus usuários. A rede social, inclusive, já usa uma técnica parecida: com base nos perfis cadastrados, é possível estudar os registros faciais encontrados em uma foto e compará-los com os rostos disponíveis em sua rede de relacionamentos.

Com o programa computacional de Vieira, a rede social poderia confrontar aspectos físicos faciais para identificar parentescos automaticamente – o que teria, inclusive, aplicações comerciais. “Perto do Dia das Mães, por exemplo, o Facebook poderia disponibilizar ao filho propagandas baseadas em pesquisas que sua mãe fez, mesmo que o parentesco não esteja explicitamente declarado na rede”, prevê Vieira.

Além de redes sociais, a previsão é que o programa também possa, por exemplo, auxiliar o trabalho da polícia. “Ele poderia contribuir para encontrar pessoas desaparecidas ou na busca por parentes mais próximos de pessoas com problemas, como o mal de Alzheimer e que tenham se perdido”, sugere Vieira.

São muitas as expectativas diante dessas inovações tecnológicas, assim como as questões que as acompanham. Seria possível, no futuro, que uma evolução de um programa como esse ajudasse no rastreamento de familiares desconhecidos compatíveis para doação de órgãos ou que funcionasse como um novo tipo de teste de paternidade? O jeito é esperar para ver.

Seres humanos se comunicam o tempo todo e das mais diversas maneiras. Mas a comunicação entre animais só recentemente vem sendo reconhecida e estudada, e a lista dos ‘conversadores’ vem aumentando a cada ano. Agora, estudo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) revelou que as tartarugas se comunicam e que a troca de mensagens vocais é mais avançada do que se poderia imaginar.

Realizada com tartarugas em cativeiro e em ambientes naturais, na Amazônia, a pesquisa utilizou microfones e hidrofones de alta qualidade, além de gravadores digitais. A tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), uma das espécies mais sociais entre os quelônios (grupo dos répteis que têm carapaças), foi a escolhida para a investigação. As águas dos rios amazônicos, quase sempre escuras ou barrentas, impedem a observação a olho nu das tartarugas, durante os mergulhos. Por isso as novas pesquisas usaram equipamentos especiais – a área da ciência que estuda os sons emitidos pelos animais e o papel que exercem em suas vidas é a bioacústica.

Até há pouco tempo acreditava-se que os quelônios não tinham sensibilidade auditiva, e que os sons que emitiam eram simples e sem significado para outros indivíduos, mas o estudo

do Inpa constatou que a comunicação sonora ocorre em todas as fases da vida desse grupo. Os primeiros sinais acústicos foram registrados entre oito e 36 horas antes do nascimento, quando os filhotes ainda estão nos ovos, e servem, por exemplo, para estimular a eclosão simultânea. A partir do nascimento, as vocalizações gravadas indicam que a comunicação só aumenta, e filhotes e adultos trocam informações, sugerindo uma relação parental. Nas 420 horas de gravação foram observados 11 sinais sonoros diferentes emitidos pela espécie.

“A tartaruga-da-amazônia emite sinais sonoros de estrutura complexa e específica, tanto na água quanto no ar. Isso sugere que a troca de informação entre os indivíduos é igualmente importante nos dois ambientes” explica a pesquisadora. Segundo Ferrara, graças às técnicas bioacústicas, que abriram novas portas para a pesquisa em quelônios, hoje se acredita que provavelmente todas as espécies do grupo emitem sons para se comunicar. Mas os estudos levantaram muitas novas questões. Assim, conclui a pesquisadora, “estamos dando apenas os primeiros passos, e é importante realizar mais experimentos, para compreender como esses animais produzem os sons e quais as suas funções”.

FOTO DE CAMILAR FERRARA



Filhotes de tartaruga-da-amazônia recém-nascidos caminham em direção ao rio

## ENGENHARIA DE ALIMENTOS

## Chocolate *diet* de soja?

Parece estranha, mas a novidade existe e a responsável garante que é saboroso e derrete na boca. O objetivo da engenheira de alimentos Alessandra Bugatte Palazzo, da Unicamp, foi criar um chocolate sem açúcar que não usasse leite. “Assim intolerantes à lactose, alérgicos a proteínas do leite e diabéticos podem desfrutar da guloseima.”

Além de uma alternativa para pessoas com dietas restritas, o chocolate permite um novo destino para a soja, com produção de 81,5 milhões de toneladas no Brasil. O grão já é usado para substituir o leite em sucos e é rico em diversos nutrientes. “Nos primeiros testes essa substituição se mostrou muito mais eficaz do que o uso da enzima lactase, que serviria para quebrar as moléculas de lactose no chocolate comum.”

Com os primeiros resultados em mãos, a pesquisadora abandonou o uso da lactase e criou novas formulações para o chocolate à base de soja: “Também substituí o açúcar presente no chocolate com alegação de ser *diet*”, justifica. A engenheira pensou então em três alternativas para o açúcar – os adoçantes sucralose, steviosídeo e neotame – e produziu barras para testes comparativos.

Primeiro, especialistas provaram os chocolates e deram notas para 17 aspectos como aparência, aroma, textura e sabor. “Com as observações fiz alguns ajustes nas amostras e disponibilizei para testes com consumidores”, conta. Nessa fase, 120 pessoas avaliaram os mais saborosos e elegeram os favoritos: “Apesar de os outros dois terem sido bem aceitos, o chocolate à base de soja com sucralose foi o que mais agradou”, atesta. A nova formulação tem 28% menos calorias do que o chocolate convencional.

As análises duraram 12 meses e o produto agora espera pelo interesse de indústrias para ser comercializado. Na hora de produzir o chocolate, Palazzo garante que a substituição do leite pela soja é bastante simples: “Em lugar do leite em pó, coloca-se o extrato de soja em pó respeitando a proporção”.



O mosquito-palha é o vetor da leishmaniose



## FARMACOLOGIA

## Novas soluções para uma velha conhecida

No Brasil, 3 mil novos casos de leishmaniose são registrados por ano, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS). Em áreas onde a enfermidade é endêmica, é comum que os sintomas sejam notados primeiro em cães. Pesquisa realizada pela Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araçatuba, trouxe boas notícias. Em testes com um novo tratamento para cachorros acometidos pela doença – usando um fármaco fabricado no Brasil, o P-MAPA –, pesquisadores chegaram a resultados animadores.

Segundo a bióloga Valéria Félix de Lima, coordenadora do estudo, os cães medicados com o novo fármaco apresentaram notável melhora no quadro clínico. “A principal vantagem é que a substância não é tóxica e diminui a carga parasitária de maneira significativa”, afirma Lima. O P-MAPA trouxe bons resultados justamente por agir no sistema imunológico dos cachorros.

Lima explica que cães funcionam como ‘animais-sentinela’. “Quando eles passam a apresentar sintomas característicos da doença, casos em humanos logo começam a aparecer”, diz a pesquisadora da Unesp. Os animais sofrem com sintomas como emagrecimento progressivo; perda de massa muscular; perda de pelo; ferimentos na região do focinho e ao redor dos olhos e crescimento exagerado das unhas.

“A doença está em expansão no Brasil e o método de controle ainda é falho”, aponta a pesquisadora. Atualmente, são registradas ocorrências em todas as regiões do país. Tratar os animais é um dos passos para a diminuição do número de casos. O vetor – mosquitos do gênero *Lutzomyia* – é o mesmo que passa a doença para os seres humanos. O combate a esse inseto é bastante difícil, pois esbarra na questão do saneamento básico. A leishmaniose é considerada, pela OMS, uma doença negligenciada.

## BIOLOGIA

# Velhos mares, novas descobertas

Em uma pesquisa que pretendia registrar a biodiversidade em recifes de corais no litoral de Alagoas, biólogos das universidades federais do Rio de Janeiro (UFRJ) e de Alagoas (Ufal) acabaram tendo uma surpresa. Eles encontraram três novas espécies de esponja: a *Rhabderemia meirimensis*, de cor amarela, a *Mycale rubra*, avermelhada, e a *Plakina coerulea*, de um azul incomum.

A importância do achado é que as novas espécies foram encontradas em áreas que sofrem com a ação humana. “É surpreendente porque a região é vasculhada há anos”, afirma o biólogo Eduardo Hajdu, da UFRJ, que comandou a pesquisa. Foi na Ponta do Meirim e na Ponta Prego, recifes mais afastados da cidade, ainda dentro do município de Maceió, que a *Rhabderemia meirimensis* e a *Mycale rubra* foram encontradas. Mas foi na Piscina dos Amores, área que fica bem próxima à cidade, que foi achada a *Plakina coerulea*, a espécie mais rara. É uma área muito visitada por turistas em passeios de jangada. “Recifes de coral são ambientes muito ricos em biodiversidade”, diz o biólogo.

“As espécies descobertas têm uma formação complexa do esqueleto, o que facilitou a comparação com outras do mesmo grupo”, explica Hajdu. “Após exames microscópicos minuciosos, constatamos que eram de fato novos achados.”

Existem muitas esponjas vermelhas e amarelas, como as recentemente encontradas. Mas a *Plakina coerulea* é peculiar. De cor azul clara, ela não havia sido registrada em nenhum outro lugar da costa brasileira. Na verdade, esponjas de cor azul são raras em qualquer lugar do mundo. “Existem espécies azuis, mas esse tom claro é bem incomum”, observa o pesquisador.

A *Mycale rubra*, de cor vermelha, assim como duas outras novas espécies, foi encontrada em área que sofre com a ação humana

## ENGENHARIA

# Quentinho e mais seguro



Pão francês, pão de sal ou cacetinho – chame-o do que quiser. O alimento é campeão no café da manhã dos brasileiros. Seu preparo, no entanto, oferece riscos. O equipamento usado para sovar a massa costuma causar acidentes em padeiros e pode deixar a desejar na higiene. Para minimizar o problema, pesquisadores da empresa i9dade, da incubadora de empresas Tec Campos, no campus da Universidade Estadual Norte Fluminense (Uenf), criaram um dispositivo para ser acoplado às tradicionais máquinas sovadoras.

A inovação é implantar uma esteira rolante, que leva mecanicamente a massa até o rolo compressor usado para a sova. “Assim, as mãos do padeiro ficam longe da zona de risco”, diz Paulo Paes, coordenador da equipe responsável pelo invento na empresa.

O pequeno detalhe ajuda ainda na manutenção da limpeza. “Antes da introdução da esteira, era preciso jogar farinha sobre o equipamento de sova para que a massa não grudasse ao ser introduzida no rolo compressor”, explica Paes. O acúmulo de farinha e pedaços de massa na máquina formavam crostas, que poderiam servir de base para colônias de bactérias.

O equipamento já foi testado por 25 padarias no Rio de Janeiro e Espírito Santo e está passando por melhorias enquanto aguarda o registro da patente.



Centro de Simulações de Manobras Navais

**Simulação nacional** Foi inaugurado em novembro, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), na capital paulista, o primeiro Centro de Simulações de Manobras Navais com tecnologia 100% nacional. A estrutura simula a ponte de comando de um navio e, integrada a um programa de computador que lembra um jogo eletrônico dos mais realistas, reproduz situações de navegação em complexos portuários, rios e mares. O projeto de um porto, por exemplo, ou a melhoria de sua infraestrutura deve sempre passar por avaliações numéricas e experimentais – por isso o novo simulador é de grande relevância para o setor. Ele auxiliará engenheiros a avaliar aspectos como condições ambientais, abrigo de ondas e manobrabilidade de embarcações. Já são mais de 15 portos nacionais modelados no aparelho, segundo o engenheiro da USP Eduardo Tannuri, coordenador do projeto.



A impressionante *Sobralia imavieirae* é uma das 45 novas espécies de orquídeas recém-descobertas

FOTO © ANDRÉ CARDOSO



Interessante é a coloração do lagarto rubro-negro '*Cercosaura hypnoides*'.

FOTO © TIFFANY M. DODD

**Exuberância em números** A biodiversidade da maior floresta equatorial do planeta não para de surpreender: 441 novas espécies foram descobertas na Amazônia entre 2010 e 2013. Os dados são da organização não governamental WWF, que fez um levantamento sistemático de todos os trabalhos científicos de catalogação publicados no triênio. Algumas descobertas foram até inusitadas. Figuram na lista uma piranha vegetariana; um macaco que parece miar; um lagarto com pele cor de fogo; e várias outras espécies até então desconhecidas pela ciência (mais em <http://bit.ly/IHpuh4>). Mas as boas notícias param aí. Pois o governo anunciou, no final de 2013, aumento de 28% no desmatamento da região – resultado direto da impunidade fomentada pela reforma do Código Florestal.

## MEDICINA

### Teste mais ético

O diagnóstico da hepatite A poderá em breve ser feito de modo mais econômico e sem causar sofrimento a animais. Um novo teste para detectar essa doença viral altamente contagiosa foi desenvolvido em projeto de pesquisa no Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico em Virologia, do Instituto Oswaldo Cruz. A adoção desse teste ajudará no combate a esse tipo de hepatite, que tem cerca de 1,5 milhão de novos casos por ano, no mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde.

Atualmente, o diagnóstico é feito por meio de um teste imunoenzimático, que utiliza o anticorpo imunoglobina G (IgG), obtido do sangue de mamíferos (coelhos, principalmente), para constatar a presença do vírus. A descoberta de que é possível substituir a imunoglobina G pela imunoglobina Y (IgY), obtida da gema de ovos de aves e répteis, permitiu criar o novo teste. Com isso, a retirada de sangue necessária pode ser substituída pela coleta de ovos, o que, além de atender aos preceitos da

bioética, permite obter maior quantidade de anticorpos a um custo relativamente baixo – nas gemas, a concentração do IgY é três vezes maior que a do IgG no sangue dos mamíferos.

Alexandre dos Santos da Silva, autor do estudo, tema de sua dissertação de mestrado, afirma que, apesar da mudança, a eficiência do teste foi mantida. “Tivemos resultados parecidos com os encontrados em kits comerciais que utilizam IgG, mas com menor gasto na produção dos anticorpos e sem sacrificar nenhum animal, nem fazer o sangramento repetitivo.” O teste determina se o paciente entrou em contato com o vírus da hepatite A e ajuda a estimar a disseminação desse vírus entre a população.

O processo de validação da pesquisa e do teste está em andamento. O desafio agora é desenvolver novos imunoterápicos baseados no IgY. “Estamos estudando a interação do IgY com diferentes vírus para verificar se pode ser empregado em outros diagnósticos e na imunoterapia”, diz Silva.

## ODONTOLOGIA

### Própolis para a saúde bucal

O Brasil produz em média 40 toneladas de própolis por ano, 70% vindas do estado de Minas Gerais. O principal destino é a exportação, mas um grupo de pesquisadores da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) desenvolveu um medicamento que pode dar novos rumos ao produto: um gel para tratar inflamações da mucosa e dos dentes à base de própolis verde – substância produzida pelas abelhas a partir do alecrim-do-campo.

A própolis foi escolhida por suas propriedades antimicrobianas, anestésicas, anti-inflamatórias e cicatrizantes. O remédio foi desenvolvido pensando em pacientes submetidos a sessões de radioterapia. A radiação costuma provocar inflamação da mucosa (mucosite) e perda da saliva, que facilita essa e outras infecções, como a cárie. “A radioterapia leva a uma alteração nas glândulas salivares e o paciente para de produzir saliva, importante para a proteção da boca”, explica o patologista bucal Vagner Rodrigues dos Santos, um dos coordenadores do projeto. “Por isso procuramos um medicamento que se fixasse na mucosa para fazer o papel da saliva.”

O pesquisador afirma que o novo produto difere dos disponíveis no mercado por aderir melhor à mucosa e não conter álcool, substância contraindicada para pacientes com câncer. Ele diz ainda que o gel desenvolvido apresenta melhores resultados e economia: “O produto é nacional e substitui facilmente o uso de três ou quatro medicamentos anteriormente usados para o mesmo tratamento.”

O gel, que deve ser aplicado três vezes ao dia nos casos de tratamento, fica grudado na boca por até oito horas. Testes mostraram que o produto dá fim à mucosite após 15 dias de uso. Atualmente, o medicamento é oferecido na Faculdade de Odontologia da UFMG uma vez por semana a pacientes com câncer de cabeça e pescoço que passam pela radioterapia.



FOTO: OCCERO RODRIGUES

Mais do que o protagonismo dos personagens da Revolução Francesa, estudam-se os ritos, os mitos, os símbolos sobre os quais se construíram o poder e a força revolucionária

## ESCAVANDO A REVOLUÇÃO FRANCESA

A Revolução Francesa é um dos grandes temas da história política. Até meados do século 20 teve interpretações que variaram conforme a filiação política dos historiadores – os liberais ressaltando a atuação dos girondinos, os socialistas a dos jacobinos, e assim por diante. Contudo, a história política mudou bastante nos últimos 50 anos, tornando-se, sobretudo, uma história das culturas políticas. Mais do que o protagonismo de [Honoré de] Mirabeau, [Georges] Danton ou [Maximilien de] Robespierre, estudam-se os ritos, os mitos, os símbolos sobre os quais se construíram o poder e a força revolucionária; o não dito, mas, mesmo assim, passível de ser escavado sob a superfície dos acontecimentos e da ação mais evidente dos personagens.

Um dos temas a ganhar destaque foi o dos usos políticos e metafóricos do corpo. Em obras ainda inéditas no Brasil, o francês Antoine de Baecque e a norte-americana Lynn Hunt escreveram páginas sugestivas sobre o assunto, explorando a simbologia das relações familiares, a sexualidade, o apelo ao monstruoso e à pornografia. Partindo da ideia freudiana de “romance familiar”, Hunt desenvolveu, em *The Family Romance of the French Revolution* (1992), as imagens inconscientes e coletivas da ordem familiar subjacentes à política revolucionária.

O rei como pai bondoso do povo foi eclipsado pelo bando de irmãos facinorosos: de um lado, Luís XVI, frágil no plano político e sexual (demorou a consumir seu casamento com Maria Antonieta e teve fama de impotente); do outro, seus irmãos, o conde da Provença (futuro Luís XVIII) e o conde de Artois (futuro Carlos X), escandalosos, intrigantes e, no caso de Artois, sexualmente vigoroso. Maria Antonieta viu-se detratada em panfletos e gravuras populares e adquiriu os contornos da mulher promíscua, da mãe desnaturada e até incestuosa – qualificativo atribuído no pasquim *Le Père Duchesne*, de Hébert.

Num dos capítulos de *Le Corps de l'Histoire: métaphores et politique* (1770-1800), de

1993, Baecque mostra como o medo revolucionário de uma reação aristocrática ganhou, literalmente, corpo: um monstro gigantesco, Iscariote, anagrama incompleto de *aristocrate*, passou a povoar gravuras e escritos, associado, em algumas versões, à rainha. Na época, proliferaram outros seres monstruosos: Maria Antonieta era uma “pantera foragida da Corte da Alemanha”, Artois “um tigre que escapara do zoológico de Versalhes”, Gabrielle de Polignac – favorita da rainha – “uma loba da Barbárie que, em monstruosa aberração da natureza, copulara com os acima mencionados panteira e tigre, bem como com prodigiosa quantidade de animais de diferentes espécies”. A desqualificação tinha objetivos políticos evidentes: desde 1573, quando Ambroise Paré escrevera *Des monstres et prodiges*, acreditava-se que os monstros apareciam quando “a natureza parece esquecer suas próprias leis”.

Se a retórica dos revolucionários se expressava nesse tipo de linguagem, a dos contrarrevolucionários não ficou muito atrás. As descrições que correram sobre a execução da princesa de Lamballe, outra favorita de Maria Antonieta, são de arrepiar: desmembramento do corpo ainda vivo, mutilações de todo tipo, incluindo a dos órgãos sexuais, profanação do cadáver. Em outro livro, *La gloire et l'effroi – Sept morts sous la Terreur* (1997), Baecque desconstruiu tais narrativas e mostrou, de modo convincente, como o exagero dos adeptos da monarquia obedeceu a um cálculo político.

Na Inglaterra antirrevolucionária, a caricatura foi o melhor veículo da propaganda contra a república francesa. Sob inspiração dos escritos de Edmund Burke, o primeiro dos críticos da Revolução de 1789, artistas como James Gillray representaram os jacobinos em banquetes de carne humana: a dos guilhotinados. *The age of caricature: Satirical prints in the Reign of George III*, de Diana Donald (1996), mostra que, já naquela época, o poder da imagem é, quase sempre, insuperável. ■

### LAURA DE MELLO E SOUZA

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

# SIMON SCHWARTZMAN

## *Crítico virtuoso*

**ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA**

*Departamento de Filosofia,  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

**CÁSSIO LEITE VIEIRA**

*Ciência Hoje/RJ*

\* Colaborou Vítor Ribeiro (Especial para *Ciência Hoje/RJ*)

No início de 1969, um telefone tocou, à noite, em Belo Horizonte. O ruído da campanha foi dar na casa de Simon Schwartzman, jovem sociólogo, casado, pai de um filho de meses e recém-chegado de um doutorado em Berkeley (EUA). Do outro lado da linha, “um amigo” (aspas necessárias) diz, com contornos de ameaça, que seu interlocutor poderá até assumir o cargo – no caso, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) –, mas não poderá dar aulas. “Senti que estava sendo chantageado e decidi, então, vir para o Rio”, conta Schwartzman. Pouco depois, incensadas pelo Ato Institucional número 5, as cassações chegariam à UFMG.

Esse é só mais um deslocamento na vida de Schwartzman. Foram muitos, antes e depois: Santiago, Buenos Aires, Oslo, Berkeley, Rio de Janeiro, São Paulo... Parte dessas idas e vindas foi impulsionada pela per-

seguição política, que, para Schwartzman, começou há exatos 50 anos, com o golpe militar: os militares processaram aquele jovem sociólogo – que o pai queria engenheiro a todo custo – por “perversão da mente” dos alunos. “E eu havia dado só duas aulas...” (risos).

Essa inquietação geográfica se confunde ora como causa, ora como efeito de sua inquietação intelectual, marcada pela busca ampla de temas. Os que trabalham com história e sociologia da ciência por aqui certamente devem agradecer o fato de o Norte da bússola de Schwartzman ter apontado para a direção que o levou ao clássico (e, portanto, obrigatório) *Formação da comunidade científica no Brasil*.

Quando o cenário da sociologia no Brasil era dominado pela tradição marxista, Schwartzman ofereceu, em sua tese de doutorado, outro viés de análise – para a época, quase uma heresia: a teoria de classes, se-



FOTO ACENHO PESSOAL

gundo ele, não explicava o cenário político brasileiro; não dava conta, por exemplo, da marginalidade sofrida pelo estado de São Paulo ao longo da história. “No Brasil, havia um grande equívoco na tradição das ciências sociais: tentar interpretar a história brasileira à moda do marxismo europeu, como determinada pelas relações de classe, que, aqui, são totalmente diferentes, e, portanto, o instrumental marxista não dá conta disso. Minha tese teve boa repercussão e até hoje é referência”. Schwartzman conta que o próprio Fernando Henrique Cardoso tinha uma visão marxista bem tradicional da política; depois, passou a ter outro olhar. “Tenho certa pretensão de que o ajudei nessa virada.”

Há outra faceta de Schwartzman que, talvez, só jornalistas e editores conheçam. E ela faz a alegria das redações em fechamento: o artigo encomenda-

do chega em tempo recorde, e o conteúdo sempre surpreende pela qualidade, agudeza e bom senso da análise – e não importa se, para isso, seja preciso criticar essa ou aquela gestão, ideologia ou pensamento. Schwartzman é rápido, sincero e independente.

Hoje, Schwartzman, presidente do Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, desfruta de uma dupla visão privilegiada. A primeira delas é puramente ótica: de sua sala no IETS, contempla um dos cenários urbanos mais bonitos do mundo, com o Pão de Açúcar dando plantão permanente ao fundo, e as águas da baía servindo de suporte para o horizonte. A outra é mental: daquela cobertura, o experiente sociólogo, com cerca de 50 anos de carreira, enxerga, como poucos, séculos da história do Brasil. E isso é ainda mais invejável, sem dúvida.

>>>



Os pais, Salomão e Helena, e o jovem Simon em tempos escolares em Belo Horizonte, na década de 1950



**Quais as suas origens?** Nasci em Belo Horizonte, em 3 de julho de 1939. Meus pais, imigrantes judeus, vieram para o Brasil no início do século passado. Conheceram-se aqui. Minha mãe, Helena [originalmente, Chaja (lê-se 'Raia')] Radzyner, nasceu em Safat, Palestina. O avô dela era judeu polonês, religioso, que decidiu morrer na Terra Santa e levou a família para lá – talvez, no fim do século 19 ou início do passado. Mas os pais dela se separaram, e como minha avó tinha um irmão no Brasil, ela veio para cá. Minha mãe ficou com o pai, que morreu jovem. Assim, ela ficou sem pai nem mãe. Os parentes da Polônia mandaram-na, com o irmão, para o Brasil, para se juntarem à mãe. Minha avó era pobre, mas relativamente educada. Vinha de uma família de judeus poloneses que, acho, tinha recursos. Mas minha mãe praticamente não estudou, e não sei ao certo como foi parar em Belo Horizonte. A família do meu pai era da Bessarábia, entre a Romênia e a Rússia. Meu pai, Salomão [originalmente, Zolmin] Schwartzman, era de uma daquelas aldeias judaicas típicas. O pai dele – que não conheci – veio para o Brasil para ganhar dinheiro, no início do século passado. Vendeu coisas na rua e voltou para buscar a família, mas correu a notícia de que ele tinha vindo da 'América' cheio de dinheiro, e aca-

bou assaltado. Voltou, de novo, para cá, para trabalhar, mas veio a Primeira Guerra, e ele ficou aqui. Depois do conflito, trouxe a mulher e os filhos. Eram muito pobres. Primeiramente, moraram no Rio de Janeiro, mas meu avô ficou tuberculoso, e Belo Horizonte era uma opção para os que queriam tratar a doença, por causa do ar das montanhas.

**Em sua casa se falava iídiche?** Meus pais falavam iídiche entre eles e português comigo. Falavam português fluentemente, pois minha mãe chegou ao Brasil com sete anos, e meu pai, com uns 13 ou 14. Eu entendo um pouco iídiche, mas nunca falei. Minha mãe não falava hebraico; talvez, soubesse um pouco de polonês, mas não falava. Acho que meu pai falava romeno, mas nunca o ouvi falando.

**Como era o ambiente em Belo Horizonte em sua juventude?** A comunidade judaica era formada por umas 500 famílias. Moramos no bairro de Carlos Prates; depois, no Centro. Havia na comunidade uma divisão que era, em parte, político-ideológica e, em parte, social: os sionistas e os progressistas. Estes últimos, mais pobres, falavam iídiche, não tinham ligação forte com a religião e, em geral, eram de esquerda. Uma parte deles, na Europa, havia sido ligada à Bund, organização de

operários judeus, e aos partidos comunistas. Os sionistas, mais religiosos, tinham ligações com Israel e, em geral, eram mais ricos. Minha família estava do lado progressista. Embora meus pais não tivessem maiores preocupações políticas, me criei nesse ambiente, em que havia interesse pela política. E só comecei a sair dele aos 18 anos, quando entrei para a faculdade.

**E os primeiros anos escolares?** Saí da escola israelita de Belo Horizonte por incompatibilidade com os professores. Tinha uma dificuldade que nunca consegui superar: escrever à mão. Tive máquina de escrever desde pequeno. Quando entrou o computador, então, minha vida melhorou muito [risos]. Mas, à época, era um problema sério: eu entregava os exercícios como rabiscos, o professor não os entendia e me punha de castigo. Eu brigava, ficava revoltado. Minha mãe, então, me pôs no Colégio Batista mineiro, onde fiz o ginásio. Depois, fui para o Colégio Marconi, originariamente italiano que, acho, foi expropriado na guerra.

**No ensino médio, o senhor já tinha tendência para as humanidades?** Era muito bom aluno em matemática e achava que ia fazer engenharia. Também me interessava por história. Por sinal, comecei a me envolver com política

FOTOS: ACERVO PESSOAL

aos 14, 15 anos, na juventude comunista de Belo Horizonte. Lembro-me de que [em 24 de agosto], na morte do Getúlio [Vargas (1882-1954)], eu estava na rua distribuindo panfletos. Em 1957, aos 18 anos, saí do movimento, por causa das denúncias de Khrushchov, então secretário-geral do Partido Comunista da União Soviética [PCUS] sobre os crimes de Stalin [ex-secretário do PCUS]. Lembro que discuti muito essa questão e resolvi sair. À época, já lia clássicos marxistas, Lênin, Marx. Lia também a literatura relativa à esquerda sionista, em que se aplicavam ideias marxistas ao contexto judaico.

**Quando o engenheiro Simon decidiu virar sociólogo?** Ao terminar o ensino médio, não tinha mais certeza de que queria ser engenheiro. Procurei então um serviço de orientação profissional criado em Belo Horizonte por Pedro P. de Bessa [1923-2002], pioneiro da psicologia da educação no Brasil, que me disse: “Olha, você pode fazer o que quiser, mas há esse programa de ciências sociais que está começando a dar bolsa”. Fiz o concurso e passei. O curso era de sociologia e política, na Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG – já havia o de ciências sociais, na Faculdade de Filosofia. Eu e uns cinco – entre eles, Antônio Octávio Cintra, Betinho [Herbert José de Sousa (1935-1997)], Theotônio dos Santos Júnior, Flavio Pinto Vieira (1939-2008) – ganhamos bolsa e havia lá espaço físico para ficar trabalhando.

**O senhor também se graduou em administração pública, não?** Sim, simultaneamente. A Faculdade de Economia oferecia, além de economia, sociologia e política, administração pública e contabilidade. Com mais algumas matérias, era possível se graduar também em administração pública. Meu pai nunca se conformou por eu não ter feito engenharia e nunca entendeu muito bem esse negócio de sociologia. Só quando o Fernando Henrique Cardoso foi presidente achou que valia a pena [risos].

**Em sua graduação, de 1958 a 1961, o senhor manteve a militância política?** Sim, entendíamos que política e ciências sociais eram inseparáveis, e cada qual buscava seu caminho. A revista *Mosaico*, do Diretório Central dos Estudantes da UFMG, publicada em 1958, é uma boa amostra do que pensávamos. Trazia artigos sobre a alienação política, social, religiosa e cultural em que vivia a sociedade brasileira. Na minha geração, havia os católicos, como Cintra, Betinho e Vinícius Caldeira Brandt [1941-1999]; os comunistas, como Ivan Otero Ribeiro [19??-1987]; e os que buscavam uma alternativa de esquerda ao comunismo tradicional, como Theotônio dos Santos, Vania Bambirra, Susana Prates, Juarez Guimarães de Brito [1938-1970] e eu. Mais tarde, vários desse grupo participaram da criação de uma organização chamada ‘Política Operária’, com pessoas de outros estados. Era um grupo heterogêneo que incluía de trotskistas àqueles que, como eu, acreditavam num marxismo revisionista, sem os horrores do stalinismo. Os mais radicais prevaleceram, e me afastei. Mais tarde, vários colegas criaram outras organizações, como o Colina [Comando de Libertação Nacional] e a Vanguarda Armada Revolucionária, a VAR Palmares, na qual a presidente Dilma Rousseff militou.

**Havia contato com grupos do Rio?** Sim, com o ISEB [Instituto Superior de Estudos Brasileiros], onde estavam Hélio Jaguaribe, Alberto Guerreiro Ramos [1915-1982] e Alvaro V. Pinto [1909-1987]. Em São Paulo, acompanhávamos os trabalhos dos sociólogos mais jovens da USP, FHC, Otávio Ianni [1926-2004], Juarez B. Lopes [1925-2011] e Paul Singer. Íamos ao Rio e a São Paulo, participávamos de discussões e, quando podíamos, os convidávamos a Belo Horizonte.

**Conte-nos de seu mestrado e a tese sobre a participação política de trabalhadores, de 1963.** É o período da Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais, do Chile, a Flacso, criada em 1957.

Financiada pela Unesco [Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura], tinha duas sedes, uma em Santiago, onde estava o curso de sociologia política, e outra no Rio de Janeiro, dedicada à pesquisa. No Chile, havia bolsas de estudos para os estudantes do curso, de dois anos. Quando estava terminando a faculdade, em 1960, um professor de lá apareceu em Belo Horizonte e recrutou quatro de nós – naquele ano, todos os bolsistas brasileiros da Flacso eram de Belo Horizonte. Lá, tomamos contato com a visão mais norte-americana, anglo-saxã, da sociologia, que desconhecíamos: a pesquisa mais quantitativa, aprendendo a mexer com dados. Minha tese é sobre um tema clássico, marxista: organização e participação operária, mas já usando questionários, análises estatísticas, tabelas, tentando aplicar a metodologia quantitativa a uma temática que nos preocupava à época. Nossa geração, ao voltar ao Brasil, foi responsável por trazer um pouco dessa visão, que associava a herança francesa, monográfica e filosófica, a algo mais pé no chão.

**O que aconteceu entre seu mestrado e sua ida, em 1968, para a Universidade da Califórnia, em Berkeley, para o doutorado?**

Após o mestrado, voltei para Belo Horizonte, pois era pesquisador da UFMG. Ao retornar, em janeiro de 1964, me designaram para lecionar ciência política. Com o golpe, a faculdade fecha, e todos meus amigos militantes se escondem. Achei que, por ter passado dois anos fora, não ia acontecer nada comigo. Mas aí começou um processo contra mim por ‘perversão da mente’ dos alunos... Acho que a principal acusação contra mim foi ter participado de uma passeata contra o general João Punaro Bley [1900-1983], que, anos antes, havia invadido e destruído a redação do *Binômio*, dirigido por José Maria Rabelo e Euro Arantes [1927-1992], jornal humorístico que criticava o então governador de Minas, Juscelino Kubitschek [1902-1976]. Esse general havia sido interventor no Espírito >>>



Simon (ao fundo, segundo da esquerda para a direita), com colegas da Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais (Flacso), em Santiago (Chile), no início da década de 1960. Ao lado, com Torcuato Di Tella



Santo no Estado Novo e comandante militar em Minas Gerais naqueles anos, e o jornal publicou uma reportagem falando de seu passado fascista. Fiquei um mês e meio preso em Belo Horizonte. No dia em que fui preso, em 1964, levei uns tapas e, no seguinte, me puseram em uma sala com professores, um padre e um líder sindical, e não houve mais maus-tratos físicos. No final, me liberaram, mas continuei sob processo. Instruíram a universidade a não me deixar voltar. Quando me apresentei para trabalhar, a reitoria da UFMG havia aberto um processo contra mim por abandono de emprego [risos].

**O que aconteceu a partir daí?** Tive um professor norueguês no Chile, Johan Galtung, com quem tive ótima relação de trabalho e que me ensinou o que significa pensar com números. Em 1964, ele volta para a Noruega e me convida a trabalhar com ele no Instituto Internacional de Pesquisa da Paz, que ele havia criado. Saí daqui em dezembro de 1964, meio ilegal, pois, tecnicamente, estava respondendo a processo, à disposição dos militares. Com uma pequena bolsa, fiquei um ano em Oslo. Depois, colegas argentinos que estiveram comigo no Chile me convidaram a participar, em 1966, de um projeto no Instituto Di Tella. Na Argentina, comecei a planejar meu doutorado. Minha primeira opção foi o Departamento de Sociologia

da Universidade de Colúmbia [EUA], famoso pelos trabalhos de Robert Merton [1910-2003] e Paul Lazarsfeld [1901-1976], onde Galtung havia sido professor. Mas acabei optando pelo Departamento de Ciência Política da Universidade da Califórnia, em Berkeley, estimulado por David Apter [1924-2010], que então visitava a Argentina. Meu curso foi financiado pela Fundação Ford, que apoiava a criação da pós-graduação em ciência política da UFMG, para onde me comprometi a voltar, depois do doutorado.

**O senhor chega à Califórnia em 1968, no auge do movimento hippie. Como foi isso?**

Eu sabia pouco sobre o que iria encontrar na Califórnia e fui logo surpreendido pelo motorista do táxi que peguei no aeroporto de São Francisco: "Aqui está havendo uma revolução!" E assim parecia, com o movimento hippie explodindo, as passeatas contra a guerra do Vietnã e o início da cultura das drogas. No *campus*, havia sempre dezenas de barracas de todo tipo de movimentos e concertos ao meio-dia. Era um ambiente interessante, mas anacrônico, com os norte-americanos descobrindo os filósofos franceses e um marxismo ingênuo, que havia me fascinado 10 anos antes. Me sentia meio velho e só tinha 28 anos. Menos de dois anos foram suficientes para fazer os créditos do doutorado, mas não a tese. E aí começou o projeto de voltar ao Brasil.

**O senhor volta quando a ditadura se enrijece?** Sim. Queria voltar a Belo Horizonte e fazer parte de minha faculdade. Não sabia se seria possível, por causa de meu passado político, mas recebi mensagens da UFMG, assegurando o meu lugar. Era 1968, e, em dezembro, veio o AI-5, e as dúvidas aumentaram. À época, eu e minha mulher, Carmen, argentina, tínhamos um bebê de meses. Ainda em Berkeley, decidi me apresentar de qualquer forma em Belo Horizonte, mas, pela dúvida, mandamos a bagagem para Buenos Aires. Ao chegar, em janeiro ou fevereiro de 1969, contatei a UFMG. O contrato prometido não existia, e o processo por abandono de emprego continuava, mas, duas semanas depois, me asseguraram que tudo se resolveria. Naquela noite, porém, um professor da área de direito me telefona. Ele disse que sabia do contrato, mas eu não poderia dar aulas. "Como assim?", perguntei. Respondeu que não podia dizer mais nada. Senti que estava sendo chantageado e decidi vir para o Rio. Tanto a UFMG quanto a Fundação Ford começaram a me pressionar para assumir meu cargo. Mas decidi que não voltaria naquela situação. Em junho, a direção da UFMG, inclusive o reitor e o chefe do Departamento de Ciência Política, foi cassada.

**Onde trabalhou no Rio?** Na Escola Brasileira de Administração Pública, da

Fundação Getúlio Vargas [FGV], onde havia um centro de pesquisa, e dando aulas na pós-graduação no recém-criado Iuperj [Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro, da Universidade Candido Mendes], com colegas como Bolívar Lamounier, Amaury de Souza [1942-2012], Wanderley Guilherme dos Santos, César Guimarães, Edmundo Campos Coelho [1939-2001] e Neuma Aguiar, todos com pós-graduação nos Estados Unidos e que inauguraram, no Brasil, uma ciência social moderna, combinando a influência anglo-saxã à tradição mais histórica e ensaísta francesa.

#### **Qual era sua linha de pesquisa no Iuperj?**

Concluí lá, em 1973, minha tese de doutorado. Em 1971 ou 1972, fiz um seminário sobre a relação entre Estado e sociedade no Brasil. Aí cheguei à ideia da tese. Nela, diferentemente da visão marxista convencional, dominante no Brasil, procurei mostrar que o sistema político não é mera consequência da luta de classes. Era preciso entender a estrutura do sistema político, a lógica, sua dinâmica, pois, sem isso, não seria possível entender como a sociedade e o sistema político se organizam. Apliquei essas ideias à história de São Paulo, que é independente à do Brasil como um todo. Acreditava que São Paulo não estava completamente sob a égide da burocracia portuguesa, pois esta se estabeleceu em Salvador e, depois, no Rio, para controlar o fluxo de ouro vindo de Minas. São Paulo era a 'república dos bandidos' e, mais tarde, cidade de imigrantes, de capitalismo mais agressivo. Minha tese mostra a relação entre o Estado nacional montado na tradição portuguesa com suas pontes com as oligarquias estaduais, e São Paulo, como algo à parte. Discute a tensão histórica entre os dois. Minhas conclusões contrariavam a tradição marxista, centrada em uma teoria de classes, de que a economia determina a política, porque São Paulo, historicamente, sempre ficou em segun-

do plano em relação à política. Lembrou-me de apresentar a tese no Cebrap [Centro Brasileiro de Análise e Planejamento], e de o [filósofo José Arthur Giannotti [ver 'A doce obscuridade de um caminhante', em *CH* 293] falar assim: "Hoje, vamos servi-lo em picadinhos aqui" [risos]. Minha tese teve boa repercussão e até hoje é referência.

**No Rio, alguma perseguição política?** Não, o Iuperj ficou mais ou menos protegido no regime militar. Era uma casa isolada, pouca gente, sem muita visibilidade. Não estávamos na rua com cartazes, nem éramos como as grandes universidades, onde chegava o braço da repressão. Tínhamos professores de diferentes tendências e orientações profissionais e políticas, todos críticos do regime. Mantivemos viva a discussão social e política na época do governo militar – por sinal, a segunda versão da minha tese eu chamei 'Bases do autoritarismo brasileiro', publicada, em 1979 ou 1980.

**Como foi sua passagem pela FGV?** Quando cheguei lá, na década de 1970, a Escola de Administração Pública, importante nas duas décadas anteriores, estava decadente. Nomes relevantes haviam saído e a qualidade do curso não era muito boa. Participei de uma reformulação em que tentamos criar um curso moderno de administração pública, com pós-graduação. Fui coordenador de pós-graduação do curso – que continua até hoje –, com ênfase em políticas públicas e não mais em técnicas administrativas. Em 1977, saí de lá emprestado para a Finep [Financiadora de Estudos e Projetos]. Digo emprestado, pois foi o modo que a Finep conseguiu me levar para lá, pois o SNI [Serviço Nacional de Informações] não aprovaria uma contratação direta. Pouco antes, meu nome foi vetado em uma tentativa de me levarem para o IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística].

**Na Finep, o senhor coordenou o projeto que levou ao livro *Formação da comunidade científica no Brasil*, referência até**

**hoje na área de história e sociologia da ciência no país. Havia no projeto um 'utilitarismo histórico', uma tentativa do [economista José] Pelúcio [1928-2002] de entender o passado para planejar o futuro?** O Pelúcio era uma pessoa prática, sem muitas elaborações. Tinha uma relação pessoal forte com cientistas importantes, e muitos destes o influenciavam. Na época, havia essa ideia de que a ciência devia ser planejada. Eram os tempos dos planos nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse contexto, meu recado era: há uma comunidade científica que precisa ser autônoma, respeitada e tratada a partir de uma lógica interna da ciência e não de uma perspectiva de comando e planejamento. Mas nem todos concordavam. Havia quem defendesse uma concepção stalinista do papel do governo para a ciência, um planejamento ao extremo, ideia compartilhada tanto pelos militares quanto por muitos cientistas. O Pelúcio chegou a convidar um economista, Aníbal Villela, a quem cabem as primeiras tentativas de fazer algo em história da ciência e tecnologia na Finep. Mas o que o Pelúcio queria mesmo era recuperar a confiança dos cientistas, para que voltassem ao Brasil, pois havia desconfiança forte entre a área científica e o governo. Era época do governo [do general Ernesto] Geisel [1907-1996], em que se buscava recuperar e reorganizar a área de ciência e tecnologia que havia sido devastada pelo golpe militar de 1964 e pelos expurgos seguidos ao AI-5. A principal obra de referência para nosso estudo foi o livro do [sociólogo] Fernando de Azevedo [1894-1974] de 1955, *As ciências no Brasil*. Em 1975, o [jornal] *O Estado de S. Paulo* publicou suplementos sobre a ciência no Brasil, que davam continuidade à obra do Azevedo. A partir daí, fomos ampliando a pesquisa de fontes e começamos as entrevistas. Participei de boa parte delas, e, em geral, os cientistas nos receberam bem. As entrevistas estão disponíveis no Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do

&gt;&gt;&gt;



Com sua mulher, Inez, em 2010 e em reunião familiar, em 2013



Brasil [CPDOC], da FGV, que colaborou com o projeto.

**Esse projeto impulsionou a sociologia da ciência no Brasil?** Acho que acabou tendo um papel importante nesse sentido. Muito foi feito depois, ampliando e aprofundando o livro. Antes, porém, havia muito pouco, e a literatura internacional da sociologia da ciência era praticamente desconhecida aqui.

**Em 1984, o senhor escreve um livro sobre o [ex-ministro da educação Gustavo] Capanema [1900-1985].** Eu estava no CPDOC e já tinha esse interesse por educação, ciência e tecnologia. Então, fui pesquisar no arquivo do Capanema. Estava meio desorganizado, sem separação entre o que era dele e do governo. O esforço resultou nesse livro, escrito com duas colegas, Helena Bomeny e Vanda Ribeiro Costa, contando a história de como foi a formação da área de educação do país e quem era o Capanema. Há certa idealização dele como intelectual. Na verdade, ele era um conservador, muito católico, limitado intelectualmente. Quem fazia a ponte dele com o mundo intelectual era o [poeta Carlos] Drummond [de Andrade (1902-1987)]. Era também algo tutelado pelo [escritor e líder católico] Alceu Amoroso Lima [1893-1983]. Enfim, o livro desconstrói um pouco a imagem idealizada dele.

**Como se deu a parceria, em 1994, com [o economista] Michael Gibbons?** Foi por meio de minha conexão escandinava. O livro [*A nova produção do conhecimento*] foi financiado por uma agência sueca. Eles queriam alguém do Terceiro Mundo, e tinham meu nome. Eram cinco pessoas: Gibbons, coordenador; Helga Nowotny, influente na Europa; Martin Trow, sociólogo norte-americano autor de trabalho clássico sobre universidades de massa; o canadense Camille Limoges e o inglês Peter Scott. Por três ou quatro anos, o grupo se reuniu, a cada seis meses, para discutir o que seria o livro. Eu era a favor de vários trabalhos dos diferentes autores, mas fui voto vencido. Acabou prevalecendo a ideia de um texto único, escrito pelo Gibbons, mais sintético e radical, o que gerou muita crítica, mas também provocou impacto, num contexto internacional em que se cobravam resultados para o mundo real das universidades e instituições científicas. Houve uma segunda versão, da qual não participei.

**Como foi sua ida para a USP?** Em 1985, depois da abertura política, participei e acabei redigindo o relatório final de uma comissão presidencial para reformular o ensino superior, que fez um trabalho interessante, mas cujas propostas foram arquivadas pelo governo [do presidente José] Sarney. Aí, passei

a me concentrar nos temas de ciência, tecnologia e educação. De 1990 a 1994, fui para a USP, onde, com a [antropóloga] Eunice Durham, criamos o Núcleo de Pesquisas sobre Educação Superior (Nupes). Na USP, também fui professor colaborador do Departamento de Ciência Política, da Faculdade de Filosofia. O Nupes foi o primeiro lugar do Brasil onde o tema do ensino superior começou a ser desenvolvido como área de pesquisa. Com apoio da Fapesp [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo], fizemos um estudo sobre a carreira profissional dos estudantes da USP e participamos de um projeto internacional sobre políticas de educação superior na América Latina, coordenado pelo sociólogo chileno José Joaquín Brunner. Formamos uma biblioteca especializada, assinamos as principais revistas da área, criamos um conselho consultivo externo com vários dos principais pesquisadores dessa área no mundo – Burton Clark, dos EUA [1921-2009]; Ulrich Teichler, da Alemanha; Guy Neave, da Inglaterra –, e estabelecemos uma rede de interessados no tema no Brasil. Tínhamos o apoio do [então reitor e físico] José Goldemberg, e conseguimos financiamento da Fundação Ford. Nesse período, a pedido do Ministério de Ciência e Tecnologia, coordenei o grupo de trabalho que desenvolveu a proposta

de uma nova política de ciência e tecnologia para o Brasil, com a colaboração, entre outros, de Eduardo Krieger, então presidente da Academia Brasileira de Ciências, e do [químico] Fernando Galembeck, da Universidade Estadual de Campinas. Esse projeto funcionou na Escola da Administração de Empresas da FGV em São Paulo, onde também lecionei, e os resultados foram publicados pela editora da FGV. O Nupes foi uma inovação da USP, pois respondíamos diretamente à reitoria, embora os professores fossem das faculdades de Filosofia, Educação etc. Isso nos dava muita flexibilidade, mas dificultava atrair alunos de pós-graduação. Anos depois, a Eunice foi para Brasília, como presidente da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior], e, pouco depois, recebi o convite para presidir o IBGE. O grupo continuou por um tempo, mas depois passou a fazer parte do atual Núcleo de Pesquisas em Políticas Públicas.

#### **Uma pausa para falar de sua vida pessoal.**

Minha primeira mulher, Susana, era da família Prates, tradicional em Minas Gerais. Fomos colegas de faculdade. Casamos quando me formei, em 1961, e fomos para o Chile – ela também fez o curso – e nos separamos lá. Ela se casou com um colega nosso à época, uruguaio, e foi para o Uruguai. Morreu há alguns anos. Em 1966, conheci a Carmen, de família judia. Ela, psicóloga, esteve em Berkeley comigo, depois em Belo Horizonte e no Rio. Tivemos um filho, o Michel, que trabalha em publicidade e comunicação. Em 1977, nos separamos. Aí, me casei com minha atual mulher, Inez, de família sírio-libanesa. Temos três filhos, Luísa, professora de sociologia na Universidade de Toronto; Isabel, que trabalha na Editora SM, em São Paulo; Felipe, economista do Federal Reserve (EUA). Tenho quatro netos: dois do Michel, um do Felipe e um da Luísa.

**Irmãos?** Bela, mais velha que eu três anos, morreu jovem. Teve três filhos, Simone Wajzman, demógrafa e pro-

fessora da UFMG, Solange, socióloga e professora da Universidade Paulista, e Sérgio, que também morreu jovem, quando estudava economia na PUC-Rio. Meu irmão mais novo, Jacques, economista, fez sua carreira na UFMG, e tem duas filhas, Ana e Laura.

#### **Que tipo de marca pessoal quis imprimir ao IBGE quando presidiu o órgão, de 1994 a 1998?**

Assumi o IBGE pouco antes do Plano Real. E um dos problemas dos planos de estabilização, com o qual tive de lidar, são os preços: era preciso ter certeza de que a inflação passada não afetaria a nova moeda. E isso devia ser feito com clareza, para evitar questionamentos na Justiça, como aconteceu com os planos anteriores. O IBGE, além de um pouco abandonado, era um órgão muito caro e pesado, com cerca de 9 mil pessoas, entre funcionários e inativos. Algumas de minhas iniciativas deram certo, outras não. Tentei passar a seguinte mensagem: a função central de um órgão de estatística não é produzir dados para o planejamento a ser feito pelo governo, mas, sim, a de ser um órgão que deve servir à sociedade, da qual o governo faz parte. O governo é um dos clientes, podendo até ser o maior deles. A função do IBGE é fornecer estatísticas confiáveis e fidedignas para todo mundo, inclusive o governo. Em resumo: o IBGE é uma instituição da sociedade. Além dessa mudança de filosofia, houve, naqueles anos, uma transição importante do ponto de vista tecnológico. Quando cheguei lá, o único computador pessoal do IBGE ficava na mesa do presidente e era pior do que o que eu tinha em casa. Todo o processamento era feito por um enorme computador IBM refrigerado a água gelada, cujo custo mensal era perto de US\$ 1 milhão. Cinco anos depois, o computador central havia sido trocado por outro menor e mais eficiente, e havia computadores nas mesas dos técnicos. Colocamos o IBGE na internet. Também fizemos um acordo de assistência técnica com a Statistics Canada [agência nacional de estatística], referência na área, que levou a reformu-

lações importantes no IBGE. Paramos de fazer o censo econômico, para o horror de muita gente. Os canadenses nos convenceram de que não se fazia mais esse tipo de levantamento decenal, que poderia ser substituído por um cadastro permanente de empresas e pesquisas amostrais. Fizemos uma contagem da população em 1996 e nos preparamos para o censo de 2000. Fizemos mudanças importantes do ponto de vista do procedimento, e as novas tecnologias nos possibilitaram isso.

#### **E o que não conseguiu realizar no IBGE?**

Duas coisas, que me fizeram sair. Primeiro, não consegui melhorar o quadro de pessoal de maneira substantiva. O governo não permitia aumento de salário e, quando fazia concurso, era só para os cargos iniciais. Eu queria criar um grupo de pesquisa de qualidade no IBGE, que não tinha capacidade de análise, de pesquisa e de trabalhar aquilo que produzia. Cheguei a conversar sobre isso com FHC mais de uma vez, com quem sempre tive boas relações, mas ele nunca chegou a autorizar as mudanças necessárias, pois havia outras prioridades. A segunda coisa é que eu queria transformar o IBGE em uma instituição autônoma, similar ao Banco Central, deixando de ser um órgão subordinado ao Ministério do Planejamento, pois assim – como é até hoje – a autonomia do órgão fica ameaçada. Seu presidente, por ser cargo de confiança, pode ser demitido a qualquer momento.

#### **Como se deu sua vinda para o IETS [Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade]?**

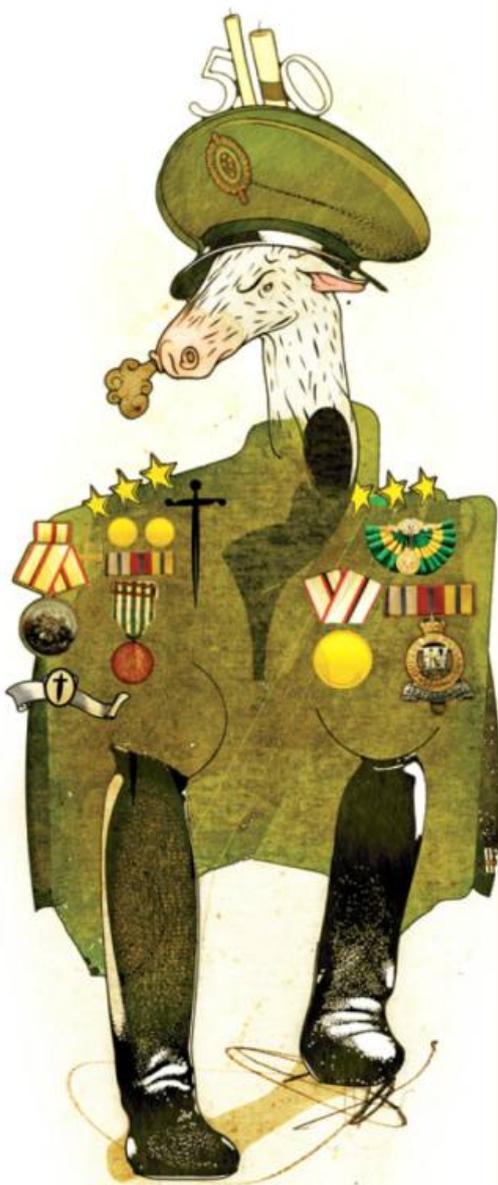
Quando saí do IBGE, poderia ter voltado para o Nupes, mas não quis – na verdade, nunca me mudei para São Paulo; sempre fiquei na ponte aérea. Então, me convidaram para assumir a presidência do IETS, fundado por economistas dedicados à pesquisa sobre trabalho, emprego e pobreza. Aqui, o financiamento se dá por projetos, propostos por nós ou por terceiros – agências de governo, fundações, empresas. Foi criado para ser – e é – um órgão leve e pequeno. **CA**

# Meio século depois

Legado negativo do golpe de 1964 vem sendo compensado, mas ainda há muito a fazer para consolidar democracia

**JOSÉ MURILO DE CARVALHO**

Departamento de História,  
Universidade Federal do  
Rio de Janeiro



O golpe de 1964 nos deixou 21 anos sem democracia e uma elite política oportunista e desfiada. Hoje, três décadas após a redemocratização, temos a aceitação dos valores democráticos pela maioria dos cidadãos, a substituição rotineira e constitucional dos governantes, a moeda estabilizada e a inclusão social de grande parte da população. Mas é preciso ir mais longe e consolidar nossa democracia.

Já se foi meio século desde que, em 31 de março de 1964, o general Olímpio Mourão Filho pôs em marcha suas tropas, partindo de Juiz de Fora em direção ao Rio de Janeiro, para dar início ao golpe que depôs o presidente João Goulart. O movimento, que contou com amplo apoio civil, de governadores, senadores, deputados, empresários, da Igreja, da maior parte da imprensa e de grandes passeatas em São Paulo e Rio de Janeiro, encerrou o experimento de mocrático iniciado em 1945, quando as Forças Armadas depuseram o presidente Getúlio Vargas.

Em 1945, nossa República oligárquica começara a ser invadida pelo povo nas urnas, nos partidos, nos movimentos sociais, nas greves, na rua. Pressões por reformas de um lado, medo de mudanças do outro, histeria da Guerra Fria no meio levaram ao colapso do experimento.

Seguiram-se 21 anos de eclipse democrático: parcial até 1968, ano do famigerado Ato Institucional nº 5; total até 1979, ano da anistia; novamente parcial até 1985, quando o sol da liberdade brilhou de novo nos céus da pátria. A partir daí, 29 anos de bom tempo, com trovoadas espo-

rádicas, nos acompanharam até os dias de hoje.

Os muitos brasileiros maiores de 60 anos que acompanharam todo o processo testemunharam, nesses 50 anos, o surgimento de um país novo, quase irreconhecível. Os 70 milhões de habitantes de 1960 quase triplicaram nos 200 milhões de hoje. A população urbana quintuplicou, de 31 milhões para 160 milhões, criando um país mais urbanizado do que os Estados Unidos. A expectativa de vida passou de 48 para 75 anos, um ganho de 27 anos. Os 15,5 milhões de eleitores de 1960 octuplicaram: eram 132 milhões em 2010 – 70% da população. A população universitária, que era de pouco mais de 100 mil, saltou para sete milhões. A lista das mudanças drásticas poderia alongar-se. Baste essa amostra.

Se 1964 foi marcado pela quebra do sistema democrático, cabe aqui perguntar como vamos hoje de democracia, como estamos quase 30 anos depois da segunda tentativa de restaurá-la, iniciada em 1985. O que herdamos da ditadura, o que acrescentamos na democracia, o que nos falta alcançar? Herdamos, pelo lado negativo, 21 anos sem prática demo-

crática, 50 milhões de eleitores que começaram a votar quando o voto não fazia sentido e uma elite política formada em tempos de arbítrio, tacanha, oportunista, desfibrada.

Pelo lado positivo, herdamos uma nova postura diante da política, com a aceitação, pela maioria dos cidadãos, dos valores democráticos rejeitados pelos dois lados na polarização que se criou em 1964, e um novo povo político, forjado nas grandes manifestações das Diretas Já (1983-84), que levaram mais de 4,5 milhões de pessoas às ruas de dezenas de cidades. Um povo agora unido e despolarizado.

Acrescentamos 30 anos de prática democrática ininterrupta; rotinização da substituição constitucional de governantes; o espetáculo único de um *impeachment* reclamado por milhões nas ruas e sancionado pelo Congresso; a estabilização da moeda, interrompendo uma sequência de surtos inflacionários que nos atormentava, adicionando gravidade às crises políticas; a inclusão social de milhões de brasileiros marginalizados pela pobreza.

Vimos de longe, mais longe temos que ir. É preciso completar a inclusão social, não apenas para eliminar a pobreza, mas para reduzir a desigualdade ainda escandalosa. Devemos universalizar com qualidade o ensino médio, como condição de formação de cidadãos ativos, independentes de benesses do governo. E 'republicanizar' a República, no sentido de uso eficiente e honesto de recursos públicos no atendimento de demandas populares no campo da saúde, educação, mobilidade urbana, segurança pessoal. Sobretudo, é necessário reformar o sistema representativo, ampliando os canais de representação e recuperando os existentes, para dar ao sistema a credibilidade que as manifestações de junho de 2013 disseram que ele perdeu.

A geração de 1964 tropeçou, mas acabou passando à de 1985 um país reposto no caminho democrático. Cabe à de 1985 repassar à de 2014 uma democracia consolidada. ■

# A ditadura faz 50 anos

Memória e história devem atuar juntas na compreensão das origens do regime implantado em 1964

**DANIEL  
AARÃO REIS**

Departamento  
de História,  
Universidade  
Federal Fluminense

O estudo do golpe de 1964 mostra que, diferentemente da versão amplamente divulgada, este não foi um movimento exclusivamente militar. Na verdade, setores civis participaram da preparação do golpe e do apoio aos governos ditatoriais. Compreender as bases sociais e históricas do evento ajuda a preparar a sociedade brasileira para lidar com surtos de autoritarismo.



ILUSTRAÇÃO UBA

Para os jovens, 50 anos é um considerável período de tempo. Aos velhos, que já viveram mais de meio século, parece um ponto no passado. Para a disciplina de história, uma data redonda, suscitando reflexões, debates e a possibilidade de encontrar hipóteses e ângulos de análise inovadores e construtivos.

Considerando os limites deste artigo, escolhi um tema a respeito do qual tem havido muitas controvérsias. Refiro-me ao caráter da ditadura.

Desde a vitória do golpe de 1964, as forças políticas de esquerda, derrotadas, não hesitaram em caracterizar a ditadura como militar. Tratava-se de isolar os mais importantes protagonistas, os chefes militares, ridicularizados como truculentos, pouco inteligentes. Não passavam de 'gorilas', como se dizia. Era um recurso – legítimo – da luta política, quando se pretende menos compreender o que se passa do que isolar e derrotar os adversários ou os inimigos.

Ditadura militar. A expressão consolidou-se entre as várias correntes que se opunham ao regime. Consagrou-se como verdade indiscutível à

>>>



ILUSTRAÇÃO LIDA

medida que as oposições cresciam, reforçando-se inclusive com adeptos da ditadura que dela se afastavam e não queriam pensar ou falar de suas cumplicidades com a mesma. Houve um momento, em meados dos anos 1980, em que a imensa maioria da sociedade brasileira professava um horror sagrado à ditadura.

Uma operação de memória. Mas memória não é história. Esta se constrói com evidências, obtidas em fontes disponíveis, compartilhadas pelos pesquisadores.

Essas evidências mostram que diferentes – e amplos – segmentos civis participaram ativamente da preparação do golpe, de sua sustentação e do apoio aos governos ditatoriais. Não foi algo limitado às elites empresariais e eclesiásticas, como René Dreifuss mostrou pioneiramente nos anos 1980. O processo teve caráter social, popular: milhões de pessoas participaram das Marchas da Família com Deus pela Liberdade, que, iniciadas em 19 de março, prolongaram-se festivamente até setembro de 1964. Em todas as capitais dos estados e em muitas cidades médias e pequenas, pessoas marcharam saudando e se congratulando com a vitória do golpe, segundo trabalho de Aline Presot até hoje não publicado.

A participação civil também envolveu instituições políticas, econômicas e culturais. Um estudo sobre a Aliança Renovadora Nacional, a Arena, partido da ditadura, mostrou suas extensas ramificações em todo o território nacional: em 1978, quando já era imenso o desgaste do regime, esse partido teve ainda cerca de 40% dos votos. Outros estudos revelaram o que pouca gente sabe: a Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), a Associação Brasileira de Imprensa (ABI) e a Conferência Nacional dos Bispos Brasileiros (CNBB), tidas com justiça como atores importantes das lutas democráticas, saudaram o golpe. Só mais tarde, migraram para o campo das oposições, denunciando os abusos de um regime que tinha a tortura como política de Estado.

Outras pesquisas, envolvendo o futebol, a música sertaneja, a multiplicação dos sindicatos e outros temas, vêm acumulando evidências quanto à participação civil, direta ou indireta, na construção da ditadura e das complexas relações que se estabeleceram entre diferentes setores da sociedade e os governos ditatoriais.

Cabe enfatizar que nunca houve unanimidade em favor da ditadura. Sempre houve oposições, moderadas e radicais, que adotavam diferentes

formas de luta. Entretanto, só a partir de 1974 as oposições moderadas, cada vez mais reforçadas por ex-apoiadores do regime, conseguiram maior audiência social.

Por outro lado, no campo contraditório e heterogêneo dos que apoiavam a ditadura, o processo não foi simples nem linear. Houve idas e vindas, deserções, mudanças de lado, sem contar as expectativas frustradas de lideranças civis de direita como Carlos Lacerda, Magalhães Pinto, Adhemar de Barros, e mesmo de políticos centristas, como Juscelino Kubitschek e Ulysses Guimarães: apoiaram o golpe, esperando uma intervenção brutal, mas rápida, cujos resultados os beneficiariam. Não foi o caso. Muitos acabaram marginalizados, condenados a papéis secundários, ou foram cassados, expulsos da vida política, como Lacerda, Ademar e JK.

Também não é possível esquecer que muita gente ficou em cima do muro, ou subiu nele quando julgou conveniente. Outros tantos, por alegado medo, cruzavam os braços, ou nem cogitavam a existência do regime político. Queriam trabalhar, constituir família, ter sucesso. Alguns lamentavam os 'excessos' dos agentes da ordem pública, mas aquilo lhes parecia uma contingência quase inevitável. Mais importante é que o país crescia, progredia – quem não gostasse que se retirasse.

Toda essa história precisa ser conhecida, estudada. Não para crucificar os apoiadores da ditadura, algo inviável e inútil, mas para compreender melhor as bases sociais e históricas de um regime ditatorial que se instaurou quase sem resistência e se retirou em boa ordem, sem levar nenhuma pedrada. O mesmo já acontecera com o Estado Novo, entre 1937 e 1945, coberto pelo manto da memória conciliadora. Fazer dos 'milicos' bodes expiatórios pode ser uma operação simples e fácil: um outro manto. Economiza pesquisa e reflexão, mas não prepara a sociedade brasileira para lidar, no futuro, com novos surtos de autoritarismo. **CH**

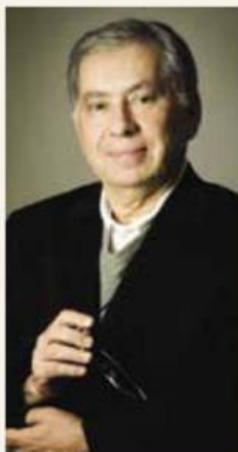


FOTO: CICERO RODRIGUES

*A inovação, o conhecimento, a redução da desigualdade, a democracia política, o respeito ao ambiente, entre tantas outras exigências essenciais deste século, são todas interdependentes da qualidade do mundo urbano*

## A BOA CIDADE SE PROJETA

Em recente artigo no jornal *O Globo*, a jornalista Miriam Leitão aborda o sacrifício no transporte público vivido no dia a dia por milhões de cariocas e pergunta: por que a prometida melhora nos ônibus precisa esperar o fim de 2016, depois dos Jogos Olímpicos?

Muitos de nós também temos nos perguntado sobre questões desse tipo, cuja lógica não alcançamos. Por que mais da metade dos domicílios urbanos não têm esgoto adequado? Por que tantas partes do território urbano brasileiro estão sob domínio armado da bandidagem? Por que todos os automóveis podem ser financiados, até com juro zero, e somente 20% dos domicílios contam com financiamento? E no Rio de Janeiro: por que os trens não são transformados em metrô? Por que se constrói metrô com uma só linha de dezenas de quilômetros, se todo o mundo sabe que metrô é rede?

A questão não é nova. As cidades brasileiras são barcos à deriva há muito tempo. O Brasil dedicou-se a tarefas emergenciais e descurou de suas cidades. Mas, no ponto em que estamos, o desenvolvimento econômico, social e político não é sustentável sem uma reversão no quadro de dificuldades de nossas cidades. A inovação, o conhecimento, a redução da desigualdade, a democracia política, o respeito ao ambiente, entre tantas outras exigências essenciais deste século, são todas interdependentes da qualidade do mundo urbano.

Quando voltamos nosso olhar para intervenções urbanísticas estruturais (e como são raras!), o fazemos vendo a cidade setorialmente. Mas nós não vivemos no mundo urbano contemporâneo em isolamento sem que haja prejuízo para o conjunto. Contudo, tratamos o transporte, o esgoto, a segurança, a moradia, o lixo – cada um autonomamente – como se a cidade se constituísse de um somatório de parcelas.

É compreensível, pois a cidade grande é de difícil apreensão. Mas é errado, já que mesmo uma metrópole é um corpo social e

especialmente íntegro, em geral contínuo, ainda que muito complexo e inalcançável pelo olhar do indivíduo.

Mas, sendo as cidades, sobretudo as metrópoles, o núcleo propulsor da economia do século 21, como as análises econômicas no Brasil e a previsão sobre seu desempenho seguem tão alheias à qualidade do sistema urbano? Todos sabemos que a universalização dos serviços públicos, exigência da cidade contemporânea, é fator importante para a redução das desigualdades sociais.

Isto é, a boa cidade reduz a desigualdade.

Nós, brasileiros, precisamos valorizar uma ação política de enfrentamento do quadro de dificuldades urbanas em busca da construção da cidade democrática. Não é razoável esperar que venham dos políticos iniciativas nesse sentido, sem serem fortemente pressionados pela opinião pública. É bom sinal que o trânsito caótico gere perguntas, como faz a jornalista, pois dessa inquietação pode-se ampliar a compreensão sobre o sistema urbano.

Nossas grandes cidades, e cada uma em especial, precisam constituir núcleos públicos específicos para a promoção de debates, de estudos, planos e projetos que contemplem a sua realidade para além dos governos. Núcleo público – isto é, que incorpore as forças sociais, a universidade, as empresas, as instituições corporativas, a população, enfim, de modo permanente, financiado também no âmbito das três instâncias públicas, com recursos constitucionais bem definidos.

Não é tarefa singela. Estamos acostumados a não prever, a deixar para depois para ver como fica – o que é feito para valorizar as ações discricionárias e o avanço da corrupção. Mas a dimensão gigantesca do Brasil urbano e as suas oportunidades desperdiçadas já não mais permitem o desprezo costumeiro sem o comprometimento profundo do desenvolvimento nacional.

Teremos eleições em breve. É mais um momento de as cidades buscarem uma agenda para a sua democratização. ■

### 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

# UM TANTO DE LOUCURA

O que é loucura?

Delírio e sanidade na vida cotidiana

Darian Leader

Rio de Janeiro, Zahar, 400 p., R\$ 79,90

**DE MODO EQUIVOCADO**, muitos acreditam que os livros classificados como de 'divulgação científica' são escritos por autores que ainda estão na fase inicial de sua formação, e que, portanto, se arriscam a escrever sobre temas que não dominam suficientemente. Essa noção talvez seja similar à crença amplamente difundida de que atores de teatro começam a carreira encenando peças infantis, mal equilibrados pela lógica cênica (ou ingênua) de que "as crianças não notarão a diferença" entre uma montagem ou desempenho maduros e trabalhos ainda incipientes.

Tal crença gira em torno do equívoco básico de que a transmissão dos tópicos elementares de uma disciplina é tarefa sempre simples e, por isso, talhada aos mais imberbes autores e atores. O que escapa a essa visão é a percepção fina de que, embora as crianças ou os leitores de domingo não tenham os instrumentos teóricos, ou o traquejo acadêmico, para uma compreensão intelectual ampla da peça ou do livro, nem tudo se aprende apenas com a cabeça, mas também, por assim dizer, com as vísceras. Em outras palavras, a imaginação mais solta das crianças ou a liberdade de um leitor mais despretenso pode perfeitamente ampliar a curiosidade e o conhecimento sobre o tema abordado. Pode, mesmo, causar um profundo efeito pela experiência proporcionada pela leitura.

Ora, todos os que transitam pela psiquiatria, pela psicologia ou pela psicanálise sabem que uma trajetória

de formação é sempre bastante longa – de certo modo, interminável. Sabem, ainda, que os bons livros de divulgação são parte dessa formação e que são habitualmente escritos por pessoas que já desenham em suas carreiras um longo e sólido arco teórico. Autores como o paleontólogo Stephen Jay Gould (1941-2002) ou o neurologista Oliver Sacks (1933-) foram decisivos nas direções que eu e tantos outros tomaram, pavimentando uma via larga na qual muitos se moveram com a liberdade intelectual que eles inspiraram. Tendo dispensado todo ranço de um totalitarismo epistemológico de cunho essencialista, tanto Gould quanto Sacks apontaram um caminho que nunca quis ser definitivo, mas, tão somente, "um bom caminho".

Com esse mesmo espírito, Darian Leader nos oferece, em *O que é loucura?*, seus bons serviços. Dedicado há muitos anos ao tema central do livro (e a temas que se desdobram a partir dele), contabilizando inúmeras publicações nas quais testou demoradamente sua capacidade de formular ideias e torná-las claras no papel, chega a esse mais recente título com a maturidade intelectual que a tarefa exige.

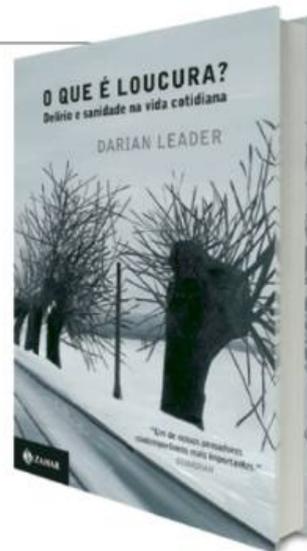
Neste livro – que, apesar de introdutório, não é pequeno –, Leader tem muito a dizer, e de fato diz muito! Talvez pelo número, pela extensão e pela complexidade dos temas abordados, o livro traz, entrelaçadas, uma vantagem e uma desvantagem. Explicando, o que temos nessas quase

400 páginas não é um livro só: são vários e ótimos pequenos livros de apresentação e de desenvolvimento preliminar de uma série de assuntos. Embora relacionados, são tópicos diversos que, talvez, coloquem sobre a pilha de livros na cabeceira do leitor mais volumes do que ele precisaria e gostaria de enfrentar de uma só vez.

Feita essa observação, destacamos neste livro múltiplas algumas ideias.

Primeiro, observa-se que, na mídia e no senso comum, a loucura – ou psicose, em termos mais técnicos – é em geral identificada por suas expressões mais extravagantes, como delírios, alucinações ou atos extremados (crimes supostamente sem motivo, por exemplo). No entanto, contrariando a percepção comum de que é feita de expressões vistosas, a loucura pode ser bem menos ruidosa, compondo um modo de vida que a maioria vê não como desvario, mas como uma maneira peculiar, estranha, particular ou pitoresca de ser. Além disso, tal 'loucura silenciosa' parece ser bem mais comum do que se poderia imaginar.

Segundo, partindo das descrições da loucura presentes em autores clássicos da história da psiquiatria, Leader recolhe relatos de casos clínicos de especial riqueza, nos quais a loucura ia tão longe quanto possível – tanto nos sintomas que representavam expressões do surto quanto nas tentativas de reestruturação que o próprio psicótico empreendia, mediante enorme trabalho psíqui-



co. Hoje, na visão de Leader, pelo modo de construção dos diagnósticos ou pela forma como a maior parte dos psiquiatras utiliza a medicação, as intervenções médicas produzem com uma frequência indesejável o embotamento dessas tentativas de reconstrução do eu após o colapso psíquico inerente a um surto psicótico.

Por fim, resta uma sugestão dupla: a de que os profissionais envolvidos na assistência permaneçam atentos às próprias intervenções clínicas, avaliando o quanto elas favorecem ou obstaculizam o desejável trabalho de reestruturação dos pa-

cientes. No caso do cidadão comum, não diretamente envolvido na promoção de saúde mental, a recomendação é a de que se envolva mais! Para isso, basta que não ignore, que não olhe de modo enviesado, para a loucura à sua volta, seja a das ruas, a

do ambiente de trabalho, a do vizinho ou, porque não, a sua própria.

**Guilherme Gutman**

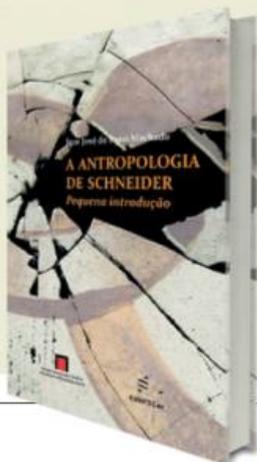
*Departamento de Psicologia,  
Pontifícia Universidade Católica  
do Rio de Janeiro*

### A antropologia de Schneider: pequena introdução

**Igor José de Renó Machado**

*São Paulo, EdUFSCar, 117 p., R\$ 25*

David Schneider, antropólogo norte-americano, destacou-se em vida por sua análise da etnografia dos *yaps*, habitantes de um dos quatro estados da Micronésia, e por seus estudos sobre o parentesco familiar, baseados na crítica à antropologia, contrapondo-a com seus pensamentos — fato que gerou polêmica com a divulgação de suas conclusões. Há pouco material disponível de sua obra em português. Agora, com este livro de Igor José de Renó Machado, os pensamentos do antropólogo são brevemente introduzidos ao público brasileiro, o que deve estimular o complexo debate sobre os estudos do parentesco humano.



### A dupla hélice — Como descobri a estrutura do DNA

**James Watson**

*Rio de Janeiro, Zahar, 205 p.*

*R\$ 39,90 (impresso),*

*R\$ 24,90 (e-book)*

Em 1953, os jovens biólogos Francis Crick e James Watson fizeram uma descoberta que iria revolucionar a bioquímica e a compreensão da vida: a estrutura em dupla hélice do DNA. Vinte anos depois, em seu aniversário de 40 anos, Watson relatou a história por trás de sua jornada científica em livro, que chega agora ao Brasil. Longe do formalismo acadêmico, a narrativa pessoal do autor traz uma história empolgante, repleta de rivalidades, ambições e controvérsias. Com simplicidade, Watson apresenta detalhes do nascimento da ideia revolucionária sobre a estrutura do DNA, sem deixar de lado as várias pessoas que contribuíram para o sucesso de sua pesquisa, como a bioquímica Rosalind Franklin, considerada a 'mãe' não reconhecida da dupla hélice. O livro traz um *fac-símile* da carta que o cientista escreveu ao biólogo Max Delbrück explicando sua descoberta pela primeira vez para alguém de fora de sua equipe.



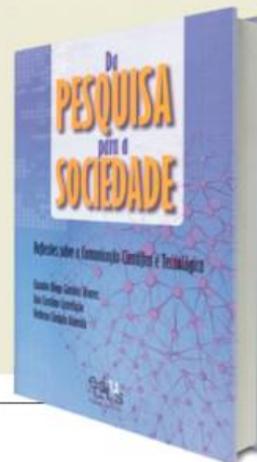
### Da pesquisa para a sociedade: reflexões sobre a comunicação científica e tecnológica

**Lisandro Diego Giraldez Alvarez,  
Ana Carolina e**

**Verbena Córdula Almeida**

*Ilhéus, Editus, 2013. 161 p., R\$ 25*

Embora a sociedade esteja usufruindo cada vez mais das facilidades oferecidas pelos meios de comunicação, alguns assuntos, como ciência e tecnologia, ainda não são completamente acessíveis. Os autores deste livro defendem que descobertas e novos conhecimentos na área estejam à disposição de todos como ferramenta para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Muitas vezes, no entanto, as notícias de ciência e tecnologia acabam recebendo um caráter espetaculoso na mídia, empobrecendo a qualidade da informação. Ao abordar temas que vão desde a organização científica e a geração de notícias até o papel do jornalista e do divulgador, o livro pretende estimular os profissionais que trabalham com a comunicação da ciência a interpretar a linguagem científica de modo a tornar o assunto atraente e de fácil entendimento.



# Química das células vermelhas

**1864. DESCOBERTA A HEMOGLOBINA.** O médico e professor de química aplicada na Universidade de Tübingen (Alemanha) Felix Hoppe-Seyler (1825-1895) desvendou uma parte importante das funções sanguíneas ao identificar, em 1864, a proteína hemoglobina e explicar sua capacidade de ligar o oxigênio ( $O_2$ ), reversivelmente, ao átomo de  $Fe^{2+}$  presente na molécula. No mesmo ano, demonstrou também a existência da meta-hemoglobina, a mesma molécula, só que incapaz de ligar esse gás essencial à maioria dos seres vivos ao átomo de ferro ( $Fe^{3+}$ ). Com isso, deu um passo importante na história científica do sangue, fluido complexo que, apesar dos progressos tecnológicos e científicos da atualidade, ainda não pode ser produzido em laboratório.

## MARIZA BOSCACCI MARQUES

Departamento de Química,  
Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR)



Felix Hoppe-Seyler  
(1825-1895)

**NOS PRIMÓRDIOS** das experimentações científicas, a química dos seres vivos era enfocada como força vital ou com base na teoria do flogístico – proposta pelo químico alemão Georg Ernst Stahl (1659-1734) –, segundo a qual os corpos combustíveis seriam dotados de matéria, o flogisto (do grego *phlogistós*, ‘inflamado’), liberada no processo de combustão. Fluidos animais como saliva, sêmen, catarro, fezes, urina e sangue eram denominados humores, e a mudança da cor vermelho-rubra para púrpura, característica do sangue, exercia um fascínio hipnótico a cores.

Um dos primeiros relatos sobre o fluido sanguíneo foi feito pelo holandês Anton van Leuwenhoek (1632-1723), que, em 1674, definiu células como glóbulos arredondados que se moviam em meio aquoso. Em 1746, o médico italiano Vincenzo Menghini (1704-?), usando amostras de sangue de mamíferos, aves e peixes, separou diferentes células com o auxílio de um microscópio, queimou-as e confirmou a presença de ferro nos glóbulos vermelhos ao aproximar uma lâmina magnética das cinzas. Era o pontapé inicial das investigações sobre a composição química do sangue, seguindo uma ideia em voga à época: “Forças desconhecidas que animam a matéria inanimada devem controlar a química da vida...”

Em 1840, outro químico alemão, Friedrich Ludwig Hünefeld (1799-1882), observou, na Universidade de Leipzig, que a maior parte do peso seco das células vermelhas era matéria proteica. Por sua vez, Otto Funke (1828-1879) identificou, em 1851, cristais dos glóbulos sanguíneos ao diluir hemácias em diferentes solventes, como água, álcool e éter, seguido de evaporação lenta.

A 26 de dezembro de 1825 nascia em Freyburg, Alemanha, Ernst Felix Immanuel Hoppe. Já adulto, acrescentou ao nome de batismo o sobrenome Seyler, em reconhecimento à sua adoção pelo reverendo George Seyler, criando, assim, a composição Hoppe-Seyler, pela qual ficaria conhecido no mundo científico. Foi um dos cientistas que mais se dedicaram ao estudo da hemoglobina, tendo obtido esse pigmento na forma de cristais e confirmado a presença de ferro em sua composição.

Aos 21 anos, Hoppe-Seyler começou a estudar medicina em Halle, tendo passado um período no laboratório de química fisiológica de Leipzig. Em 1850, graduou-se em medicina na Universidade de Berlim. Após viagens de estudo a Praga e Viena, clinicou em Berlim de 1852 a 1854, quando estudou patologia e fez experimentos com fibrina, proteína envolvida na formação de coágulos. Em 1856, foi contratado como patologista na universidade alemã de Charité, sob a chefia de Rudolf Virchow (1821-1902), e encarregado do primeiro laboratório de química fisiológica criado em uma universidade. Se a bioquímica pudesse obter uma certidão de nascimento, certamente seria esse o ano constante no documento.

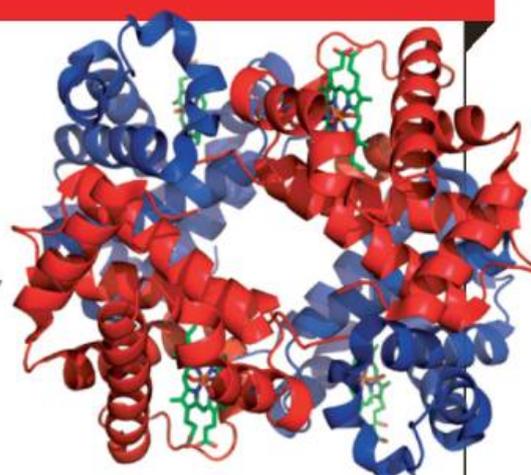
Em 1861, já casado com Agnes Maria Borstein, com quem teve dois filhos, foi nomeado professor de química aplicada na Universidade de Tübingen, para onde levou seu laboratório. Separou a química fisiológica da química orgânica ao implantar uma disciplina independente para o curso de medicina. Isso só foi possível graças à ajuda de muitos colaboradores, entre eles o tímido e detalhista químico suíço Friedrich Miescher (1844-1895), que, em 1869, com apenas 25 anos, isolou pela primeira vez a molécula de DNA.

**PIGMENTOS SANGUÍNEOS** Decidido a provar a existência de bases químicas para a vida, Hoppe-Seyler passou a maior parte do tempo aprimorando métodos de análise, inicialmente organizados em seu *Manual analítico de química fisiológica e patológica*, publicado em 1858. Como especialista em medidas de absorção de luz, é reconhecido por ter identificado e caracterizado pigmentos sanguíneos como a hemoglobina ( $\text{Fe}^{2+}$ ) e a meta-hemoglobina ( $\text{Fe}^{3+}$ ) em 1864. Na sequência, obteve resultados sobre a afinidade variável desses pigmentos por gases como oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e monóxido de carbono (CO).

Nesse mesmo ano, o matemático e físico irlandês George Gabriel Stokes (1819-1903), professor em Cambridge, Inglaterra, e expoente da chamada dinâmica de fluidos, propôs que o pigmento vermelho do sangue transportava  $\text{O}_2$  e que este, responsável por oxidar substâncias presentes no próprio sangue ou nos tecidos, sofria redução e assumia a coloração púrpura no sangue venoso.

Em 1866, Hoppe-Seyler afirmou que há uma energia produzida por oxidações que ocorrem nos tecidos e

Estrutura da hemoglobina humana. As subunidades  $\alpha$  e  $\beta$  da proteína estão em vermelho e azul, respectivamente; em verde, o grupo heme, que contém ferro



não no sangue. As análises que fez em sangue, urina, pus e suor sugerem a presença de compostos como lecitina e colesterol, entre outros. Estudou também o metabolismo de lipídios, a classificação de proteínas, a presença de ácidos biliares no sangue e, a partir de 1870, os mecanismos de fermentação e putrefação.

Em 1872, torna-se professor catedrático da disciplina de química fisiológica na universidade francesa de Estrasburgo. Um ano depois foi aclamado reitor e, em 1884, inaugurou o primeiro instituto de química fisiológica, com um auditório para 100 ouvintes e quase 50 laboratórios de pesquisa. No discurso de inauguração do instituto, intitulado 'Sobre o desenvolvimento da química fisiológica e sua importância para a medicina', defendeu a importância do conhecimento da química básica e aplicada para a compreensão dos processos vitais. Nada mais natural para quem havia passado três décadas em busca de aprendizado teórico e prático, em constante mudança de local de trabalho, executando experimentos em diferentes áreas e divulgando ideais científicos.

Incansável, fundou em 1877 a revista científica *Zeitschrift für Physiologische Chemie (Revista de Química Fisiológica)*, primeira publicação especializada na área, e foi responsável pela criação do termo bioquímica (química da vida). A publicação circula ainda hoje, tendo sido renomeada *Biological Chemistry* em 1996.

A 10 de agosto de 1895, com a morte de Hoppe-Seyler em Wasserburg, Alemanha, o mundo perdia um dos mais visionários, versáteis e empreendedores cientistas do século 19. Algumas de suas descobertas contribuíram definitivamente para o desenvolvimento de áreas como a bioquímica, a química de proteínas e a hematologia, entre outras.

Um século e meio após Hoppe-Seyler ter isolado a hemoglobina, vários grupos de pesquisa ainda buscam um substituto para o sangue, e avanços significativos têm sido obtidos com compostos denominados transportadores de  $\text{O}_2$  baseados na hemoglobina. Mas essa composição química, em toda sua complexidade, adaptabilidade, individualidade e essencialidade, ainda não pôde ser sintetizada em laboratório.

## SEXO E PLANTAS

Muito bom esse artigo ('A intensa vida sexual das plantas', em CH 311), principalmente para termos uma noção da história evolutiva das plantas, em relação aos aspectos sexuais. Só achei um pouco capcioso, mas acredito que se trata de uma publicação destinada a leigos e interessados. É bem explicativo para quem está começando a trilhar os caminhos da botânica, área tão linda e encantadora.

Sidney Santos

Comentário na CH On-line

## MEGAEVENTOS

Boa análise da professora Olga [Fir-kowski, na CH 311]. É válido ressaltar também outras questões que envolvem as obras da Copa na capital paranaense, tais como alteração do zoneamento urbano na região do estádio Joaquim Américo e um possível quadro de exclusão de pequenos comerciantes e ambulantes em um raio de 2 km a partir do



FOTOS: SMC/ JH

local de ocorrência do megaevento: isto ainda não é certo, mas pode ocorrer caso se repita o que aconteceu na Copa da África, em 2010.

Gleyton Silva

Comentário na CH On-line

## PRODUTIVIDADE ACADÊMICA II

A saída mais óbvia para os estudiosos que não querem entrar nesse atual regime da produtividade que domina as universidades é se tornar um intelectual independente, que tem sua fonte de renda proveniente de outro lugar que não a universidade ou os institutos de pesquisa. Na área tecnológica, acho que isso não é viável, mas, na área de humanas, é totalmente possível. Arrume outro jeito de ganhar dinheiro e invista seu tempo livre nos estudos, muitos intelectuais ao longo da história – inclusive a brasileira – fizeram isso.

Caio Ranna

Comentário na CH On-line

## CORREÇÃO

• Na resposta à pergunta 'A picada de um mosquito pode levar à cegueira?' (CH 310), a redação cometeu um erro na edição de parte do texto. Publicamos agora o trecho correto: "Essas enfermidades – a oncocercose e a mansonelose – são causadas por vermes que se desenvolvem no nosso sistema linfático e/ou sanguíneo, após serem introduzidos pela picada do mosquito, alojando-se em nódulos por baixo da pele (no caso da oncocercose, provocada pelo *Onchocerca volvulus*) e nas veias do tubo digestivo (no caso da mansonelose, causada pela *Mansonella ozzardi*). A cegueira pode ocorrer quando o verme se instala (na forma de microfilária) no globo ocular".

## PRODUTIVIDADE ACADÊMICA I

Perfeita a análise dos dois professores [publicada no sobreCultura 14, na CH 310]. Só gostaria de fazer uma observação quanto ao texto do prof. Ivan Domingues, quando ele aborda a transferência do taylorismo da indústria para a academia. Concordo sobre a não adequação desse conceito ao ambiente acadêmico, privilegiando o número de publicações e relegando a sua qualidade. Porém, o conhecimento precisa ser patenteado e transformado em produtos e aplicações de ciência e tecnologia pelas empresas, para que fiquem disponíveis para a sociedade – isto é inovação. O lucro é decorrência de boas inovações.

Eva Stal

Comentário na CH On-line

## PRODUTIVIDADE ACADÊMICA III

Muito bons os pontos de vista apresentados por ambos os estudiosos. Vale muito a pena ler e refletir sobre o que estamos vivendo e o que queremos para nosso futuro de pesquisas em todos os níveis institucionais.

Michael Mazurana

Comentário na CH On-line

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

cienciahoje@cienciahoje.org.br



FOTO: LUCIANA RODRIGUES

## DESAFIO

Suponha que o resultado da Mega-sena de certa semana foi 1, 4, 5, 9, 17, 55. Qual a probabilidade de essa escolha sair no próximo sorteio?

Novo ano começa... “Agora vai”, pensa Gastão. Renascem as esperanças na ‘Mega-sena’. Milhões de reais dependem apenas da escolha acertada de seis números, sorteados de um conjunto que contém os inteiros de 1 a 60. “E, com esse dinheiro, o mundo será meu quintal!”, sonha Gastão, antecipando um sorriso de satisfação.

Ao chegar à casa lotérica, Gastão diz: “Quero fazer um jogo. Os números são... 1, 2, 3, 4, 5, 6”. “O que é isso?”, retruca o dono, seu Pascal. “Esse jogo eu não faço; é jogar dinheiro fora! Afinal, os resultados nunca saíram assim coladinhos. Estão sempre espalhados.”

O raciocínio do seu Pascal está correto, mas... ele se aplica a outra pergunta: qual a probabilidade de uma seleção de seis números seguidos ser sorteada? Outra, bem diferente, é: qual a probabilidade de uma seleção de seis números quaisquer ser sorteada?

Lembremos: a probabilidade de certo evento acontecer é igual ao número de maneiras que esse evento pode ocorrer dividido pelo número total de eventos. Exemplo: qual a probabilidade de obtermos uma soma igual a 3 lançando dois dados? Há duas maneiras de obtermos essa soma: um dado dá 1, e o outro, 2. Ou vice-versa. E quantos resultados são possíveis? Como cada dado tem seis números, dois dados juntos podem dar  $6 \times 6 = 36$  somas. A probabilidade de a soma ser 3 é, portanto,  $2/36 = 1/18$ .

Na loteria, para responder à primeira pergunta (seis números seguidos) devemos: i) calcular quantas sequências desse tipo existem; ii) dividir esse número pelo total possível de ser sorteado. Exemplos de sequências assim: (1, 2, 3, 4, 5, 6), (2, 3, 4, 5, 6, 7)... (55, 56, 57, 58, 59, 60). Total: 55. E quantos são os resultados possíveis? Resposta:  $(60 \times 59 \times 58 \times 57 \times 56 \times 55) / (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) = 50.063.860$ . [Em tempo: discutimos esse tipo de problema na CH308.]

Agora, podemos calcular a probabilidade de sortearmos qualquer uma das 55 sequências:  $55/50.063.860$ , o que dá aproximadamente 0,000001098. Ou seja, teríamos uma chance em cerca de 1 milhão.

Mas note: a sequência do Gastão (1, 2, 3, 4, 5, 6) seria uma entre as 55 possíveis. Portanto, é necessário dividir  $55/50.063.860$  por 55. Então, a probabilidade de ela sair é  $1/50.063.860$  (aproximadamente 0,0000001816), ou seja, a mesma de ser sorteada uma seleção qualquer de seis números.

Em resumo, o sorteio é completamente democrático: todas as seleções de seis números (sequenciais ou não) têm, exatamente, a mesma probabilidade de ocorrer – inclusive a do Gastão. Portanto, a chance de alguém que joga 1, 2, 3, 4, 5, 6 é a mesma de quem aposta, por exemplo, 3, 17, 23, 29, 45, 56.

Dado curioso sobre a psicologia das apostas. Segundo a Caixa Econômica Federal, em média, 1.000 apostadores jogam 1, 2, 3, 4, 5, 6. Isso provavelmente se deve ao fato de cada um deles achar que ninguém mais fará essa aposta e, assim, poder ganhar sozinho. Gastão deve ter pensado assim. Mas, se tivesse ganhado, provavelmente dividiria o prêmio com outros 999 espertinhos.

Saiu o resultado, e Gastão não ganhou nada. Seu Pascal riu, achando que tinha razão. Os ganhadores apostaram em um bolão. Estão se divertindo por aí.



**SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO** Homer Simpson tem 38 anos na base 10. Para passarmos para base 8, temos que escrever esse número como uma sequência  $a \times 8^0 + b \times 8^1 + c \times 8^2 \dots$  – com  $a, b, c$  etc. assumindo valores de 0 a 7. Para 38, teríamos  $4 \times 8^1 + 6 \times 8^0$ . Portanto, 38, na base 8, escreve-se 46. Melhor usar base 10, não?

### MARCO MORICONI

Instituto de Física,  
Universidade Federal  
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

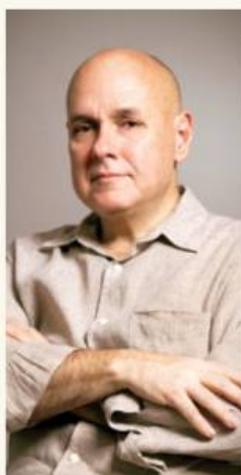


FOTO: CICERO RODRIGUES

*A marca dos 50 anos pode ser tomada tanto como a de uma efeméride quanto como a da idade de um processo que, por muitos modos, ainda está no meio de nós*

## O FANTASMA DE 1964

Meio século depois, o fantasma de 1964 segue entre nós. Desconhecemos os efeitos plenos da vigência do regime originado nos idos de março daquele ano. De certo, algo sabemos a respeito do que mudou na morfologia social brasileira: o Brasil que resultou do experimento político, cultural e social da ditadura de 1964 em muito discrepa do que foi na assim chamada República de 1946. Seguimos, contudo, a conviver com buracos negros: afinal, o que são os corpos desaparecidos e o acobertamento dos perpetradores senão índices da renitente obscuridade de um regime refratário à revelação do que foi?

É claro que a opacidade da ditadura, no que se refere às violações dos direitos humanos, diz muito da qualidade da democracia que a sucedeu. São os limites dessa democracia que inflacionam o aspecto obscuro e não revelado do regime anterior, a dar-lhe, portanto, sobrevida. Nesse sentido claro/escuro, o regime de exceção de 1964 não morreu. A marca dos 50 anos pode ser tomada tanto como a de uma efeméride quanto como a da idade de um processo que, por muitos modos, ainda está no meio de nós.

A persistência reside em medida forte na ausência de lápides apropriadas para os corpos dos resistentes desaparecidos. Uma lápide é um marcador de terminalidade e, por assim sê-lo, é uma peça de elucidação. Que o diga K., personagem central do magnífico livro homônimo de Bernardo Kucinski (Cosacnaify, 2014), aturdido pelo desaparecimento da filha, militante de esquerda e professora de química da Universidade de São Paulo, em 1974. A filha desaparece; sua morte é daquelas às quais não se concede o direito à lápide. Sua universidade demitiu-a por abandono de emprego, enquanto agonizava em alguma masmorra da ditadura. A terminalidade da filha nunca será revelada ao pai. Um corpo desaparecido, ao perpetuar a sensação de morte hipotética e de ciclo vital incompleto, faz com que o fosso do passado permaneça com sua boca permanentemente aberta.

Boca que exala, contudo, mais do que corpos sem lápides, já que nos transmite um legado pesado e renitente: o de uma cultura de desvalorização e rebaixamento da política, como efeito da destruição do universo normativo, político e institucional implantado no país com a Constituição de 1946: partidos extintos, cassações políticas, fim da liberdade de associação, censura, atividade política em permanente tutela. Em uma única fórmula: restrição dos canais de expressão de uma sociedade que, nos anos de vigência da ditadura, tornou-se crescentemente complexa.

Mas, nenhuma dessas restrições tem a marca da permanência. Afinal, a partir de 1985 – e mesmo antes disso – vários daqueles impedimentos foram suspensos, o que dificulta sustentar que seguem presentes como um legado ou maldição. O que então permanece no meio de nós, tornando-nos contemporâneos daquilo que não mais é coetâneo?

O que permanece são aspectos renitentes da cultura política, cuja vigência ultrapassa a sobrevida do quadro histórico que os originou. O passado projeta-se no futuro não necessariamente por meio da manutenção de formas políticas e institucionais. O modo mais robusto de fixação do passado no futuro diz respeito à permanência de valores e de quadros de referência cultural. No que diz respeito à política, o regime de 1964 foi de um materialismo exemplar, sustentado no primado do crescimento econômico e da modernização como metas estratégicas nacionais. Tratava-se de “fazer o bolo crescer”. Hoje, somos pela “inclusão”, ou pela urgência da deglutição do bolo. Quem haverá de ser contra?

O tema da qualidade da política passa ao largo, nos termos desse modo de configurar o país. O importante e inédito processo de incorporação social em curso, se por um lado nega os princípios concentradores do regime de 1964, por outro mantém o travo básico da desqualificação da política. A linguagem da política fenece e nada que não seja expressão direta da vontade e do apetite parece ser legítimo. 

### RENATO LESSA

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

## Por que financiar a faculdade dos brasileiros é bom pra todos?

Porque, oferecendo o Fies\* do Governo Federal, democratizamos o ensino superior e transformamos a vida de milhões de brasileiros. Isso é bom pra todos.



**Mariana Barbosa**  
Cliente do Banco do Brasil de São Paulo (SP)

 @bancodobrasil  /bancodobrasil [bb.com.br](http://bb.com.br)

Central de Atendimento BB  
Atendimento 24 horas, sete dias por semana 4004 0001 ou 0800 729 0001 (saldos, extratos, pagamentos, resgates, transferências, demais transações, informações e dúvidas)  
Serviço de Atendimento ao Consumidor – SAC  
Atendimento 24 horas, sete dias por semana 0800 729 0722 (reclamações, cancelamentos, informações e dúvidas gerais)  
Deficiente Auditivo ou de Fala  
Atendimento 24 horas, sete dias por semana 0800 729 0088  
Ouvidoria BB  
Atendimento em dias úteis, das 8 às 18 horas 0800 729 5678 (reclamações não solucionadas nos canais habituais – agência, SAC e demais pontos) ou acesse [bb.com.br](http://bb.com.br)

\* Fundo de Financiamento Estudantil



**BOMPRATODOS**



Ligue para 0300 789 2510  
e saiba como fazer a diferença.

**GREENPEACE**

O transporte não motorizado  
pode ser tão atrativo quanto um carro.  
É só a gente cobrar.

**#CADÊ?** o plano de  
mobilidade  
urbana

[greenpeace.org.br/cade](http://greenpeace.org.br/cade)

