

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

NÚMERO 314 | VOLUME 53 | MAIO, 2014 | R\$ 10,95



PAÍS DAS CHUTEIRAS?

Como os brasileiros pensam a seleção

MEDITAÇÃO

O que a neurociência tem a dizer?

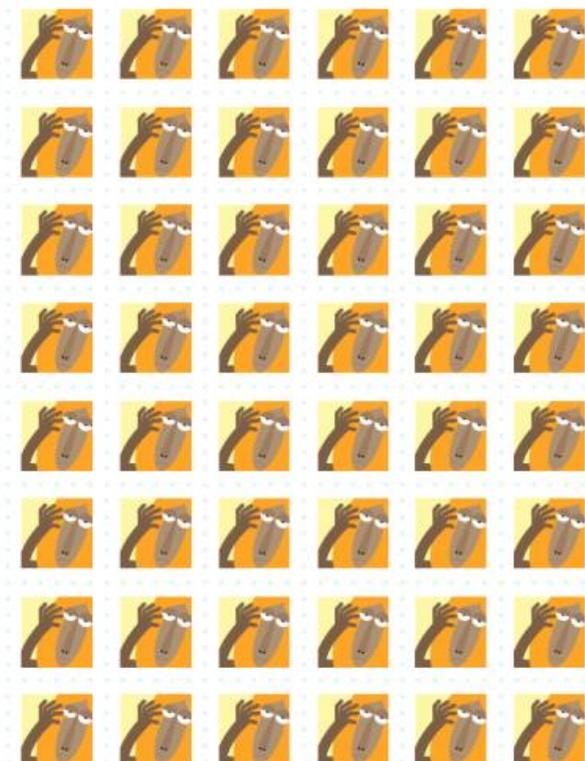
Entulho eletrônico

Risco iminente para a saúde e o ambiente





UM POUQUINHO DO QUE
VOCÊ GASTA COM O SEU
BICHINHO DE ESTIMAÇÃO



PODE SALVAR NOSSOS
BICHINHOS DE EXTINÇÃO.

ACESSE
SOSMA.ORG.BR.



A PARTIR
DE R\$50/ANO
VOCÊ JÁ
PODE AJUDAR.

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

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Caio Lewenkopf (Instituto de Física/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 Araújo (Departamento de História/PUC-Rio) | Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) | Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) | Ciências Biológicas – Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva | Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** | Thais Fernandes; **Editor de Forma e Linguagem** | Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** | Ricardo Menandro; **Setor Internacional** | Cássio Leite Vieira; **Repórteres** | Henrique Kugler, Marcelo Garcia e Sofia Mourinho. **Estagiários** | Gabriel Toscano, Isabelle Carvalho, Isadora Vilardo e Lucas Lucariny; **Revisoras** | Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** | Theresa Coelho
ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte | Claudia Fleury; **Programação Visual** | Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** | Luiz Baltar (ampersand@ampersanddesign.com.br)

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 Vampré, 59, Vila Mariana, CEP 04014-020, São Paulo, SP. Telefax: (11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** | **Gerente** | Fernanda L. Fabres.

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

REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

PRODUÇÃO | Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo

RECURSOS HUMANOS | Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO | Gerente | Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

DISTRIBUIÇÃO | FC Comercial e Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (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.



MONTANHA GIGANTESCA DE ELETRÔNICOS

Celulares, computadores, videogames, aparelhos de televisão e de som, instrumentos médicos... O constante avanço da tecnologia e o lançamento de versões com *designs* atraentes reduzem cada vez mais a vida útil dos eletroeletrônicos. Anualmente, enormes quantidades de equipamentos – obsoletos ou não – são descartadas no mundo, acumulando 150 milhões de toneladas de um lixo altamente perigoso. Esse crescimento acelerado de resíduos começa a assumir proporções dramáticas com consequências alarmantes.

O chamado lixo eletrônico é constituído de componentes químicos e metais pesados – como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo – tóxicos para o ambiente. Em contato com o solo, metais pesados contaminam o lençol freático; já certas substâncias, se queimadas, liberam toxinas prejudiciais à saúde humana.

Nós, consumidores, mais atentos a suprir nossas necessidades, raramente pensamos sobre os efeitos do consumo desenfreado. Também não costumamos atentar para os benefícios da reciclagem – estabelecer uma coleta seletiva ainda é um grande desafio.

A regulação do lixo eletroeletrônico no país está engatinhando. E é verdade que a existência de uma lei não assegura a gestão eficiente desses resíduos. Mas já não podemos fechar os olhos para essa montanha gigantesca que é um dos graves problemas ambientais da atualidade.



CAPA: FOTO PHILIPPE DUREUIL / PLAINPICTURE / GLOW IMAGES

A redação

APOIO:



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

CH ON-LINE	3	
O LEITOR PERGUNTA	4	Os antitranspirantes que contêm alumínio e parabeno podem provocar disfunções hormonais e até doenças graves? Por que pacientes que fazem radioterapia sentem tanto cansaço e desgaste físico após as sessões, se a irradiação é restrita a um pequeno 'ponto' do corpo? A reutilização permanente de aterros sanitários é viável tecnológica e economicamente?
ENTREVISTA	6	ELISA KOZASA E LUIZ EUGÊNIO MELLO A CIÊNCIA DA MEDITAÇÃO Pesquisas revelam que técnica altera cérebro
MUNDO DE CIÊNCIA	12	
A PROPÓSITO	17	FUTURO SOMBRIO Aumento da população mundial pode superar capacidade de produzir alimentos

PÁTRIA DE CHUTEIRAS? **18** Às vésperas da Copa do Mundo, o modo como o brasileiro pensa a seleção de futebol diz muito sobre nossa cultura e nossa identidade
 Por Ronaldo Helal



MOSQUITO DA MALÁRIA: GENOMA DECIFRADO **24** Projeto brasileiro sequencia DNA do inseto e identifica seus genes, em valiosa contribuição para a luta mundial contra a doença
 Por Élgion Loreto, Osvaldo Marinotti, Arnaldo Zaha e Ana Tereza Vasconcelos

AS PROPRIEDADES DA MATÉRIA QUE VÊM DO FRIO **28** Características que os sólidos adquirem quando são resfriados a quase 274°C negativos despertam o interesse de cientistas
 Por Paulo Menegasso e Mariano de Souza

RESÍDUO INDUSTRIAL: ONDE DEPOSITAR? **32** O lixo das indústrias, em particular os do setor químico, precisa ser estocado com segurança, mas nem sempre isso acontece
 Por Maria Carla B. Santos, John Edmund L. Maddock, Luiz Carlos Bertolino, Ricardo E. Santelli e Ricardo Soares



LIXO ELETROELETRÔNICO **36** Descarte acelerado de produtos obsoletos, que têm elementos tóxicos, tornou-se questão crítica para a saúde e o ambiente
 Por Júlio Carlos Afonso

EXATAMENTE	41	AFINAL, BURACOS NEGROS EXISTEM? Questão deve ser esclarecida em breve por novos detectores
LINHA DO TEMPO	42	VIOLÊNCIA E CIVILIDADE Na época colonial, expedições contra quilombos tinham aspectos inusitados
EM DIA	43	MATEMÁTICA PREVENTIVA Criado modelo computacional capaz de detectar tumores que podem levar à cegueira
	44	FOGO AMIGO Estudo confirma benefício, para o cerrado, da prática indígena de queimar grandes áreas desse bioma
	47	ÁGUAS PASSADAS Poluentes urbanos contaminam as águas de igarapés que banham Manaus
	48	UM PODEROSO CURINGA Produção nacional de ferro fundido pode ser mais barata e eficiente com uso de nióbio
	50	NOVO ALIADO CONTRA A TUBERCULOSE Medicamento mostra resultados promissores em testes
CIDADE INTEIRA	53	CONDIÇÃO NECESSÁRIA Não incluir urbanização das favelas é equívoco das políticas de habitação
ENSAIO	54	PROMESSAS DA GENÉTICA FORENSE NA PERÍCIA CRIMINAL Análise de DNA pode apontar traços físicos de um criminoso
OPINIÃO	56	AS BARRAGENS E AS INUNDAÇÕES NO RIO MADEIRA Usinas em construção agravaram enchente
RESENHA	58	DOMÍNIO E PRECISÃO Resenha do livro <i>Um esqueleto incomoda muita gente...</i> , de Walter A. Neves
MEMÓRIA	60	ENTRE OS PLANOS DE UM CRISTAL Difração de raios X, descoberta há 100 anos, gerou pesquisas relevantes
CARTAS	62	
QUAL O PROBLEMA	63	NADA MUDA... E ISSO É BOM Demonstração curiosa comprova propriedade de sólidos geométricos
SOBREHUMANOS	64	REVISÕES DE 1964 Tese de que golpe de Estado teve apoio social ajuda a atenuar responsabilidades

NOTÍCIAS

GALERIA

INSTITUTO CH

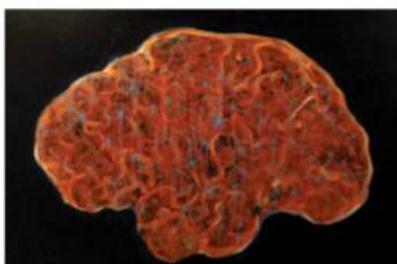
VÍDEO



CIÊNCIAS AMBIENTAIS > IPCC: do clima econômico à insegurança alimentar

Novo relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas reforça cenários críticos anteriormente previstos. PIB global pode cair até 2% ao ano; e produção de alimentos pode sofrer quedas de cerca de 25% até 2050.

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



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

LINGUÍSTICA > Linguagem e pensamento

A suposição de que deve haver relação direta entre palavras e coisas e entre coisas e a mente faz 'especialistas' condenarem frases que não violam as regras da língua. O tema é analisado por Sírio Possenti em sua coluna de março.

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

HISTÓRIA > Ditadura orquestrada

Documentos secretos recém-revelados confirmam protagonismo dos Estados Unidos na instauração da ditadura militar no Brasil. A investigação é tema de documentário.



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

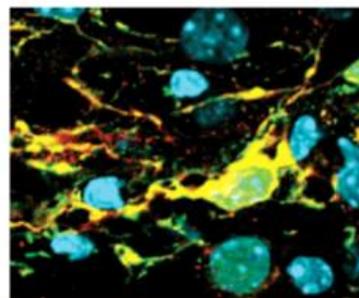
EDUCAÇÃO > Drama revisitado

Brasil fica nas últimas posições no Programa de Avaliação Internacional de Estudantes. Resultados recém-divulgados sobre a capacidade dos alunos de solucionar problemas práticos do dia a dia apontam fracasso do desempenho brasileiro, apesar da melhora nos últimos anos.

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

MEDICINA > A cura pode estar ao lado

Pesquisa aponta que célula nervosa presente na própria medula espinhal pode ser a chave para recuperação de lesões medulares. Testes com camundongos mostraram que essas células, denominadas astrócitos, podem ser convertidas em neurônios.



e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no

facebook

twitter

YouTube

tumblr

del.icio.us

GABRIELA VIEIRA, RIO DE JANEIRO/RJ

Os antitranspirantes que contêm alumínio e parabeno podem provocar disfunções hormonais e até doenças graves?

OS PARABENOS, AMPLAMENTE UTILIZADOS como conservantes em alimentos, cosméticos, medicamentos e outros itens, são facilmente absorvidos pela pele e exercem um efeito considerado fraco sobre os hormônios. Já foi demonstrado que a exposição de mamíferos a tais substâncias prejudica a secreção de testosterona e o funcionamento do sistema reprodutivo masculino. Também foram descritos outros efeitos tóxicos dessas substâncias, como danos ao DNA e às células hepáticas (do fígado).

Apesar de existirem muitos trabalhos que descrevem os efeitos dos parabenos em mamíferos, não há ainda estudos conclusivos com seres humanos ou dados epidemiológicos sobre o efeito da substância que, em 1984, já era ingrediente de mais de 13 mil produtos.

Já o alumínio, na forma do cloridrato de alumínio, é usado em antitranspirantes para reduzir a ação das glândulas sudoríparas, responsáveis pela transpiração. A quantidade da substância nos cosméticos é regulada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) de modo que não reduza a transpiração em mais que 30%. Até o momento, não há estudos científicos que descrevam seus possíveis efeitos tóxicos.

Sonia Hess

INSTITUTO DE QUÍMICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FOTO MARCO ANDRÁS / ORANGESTOCK / GLOW IMAGES

HIRAM AUGUSTO MOURA DE ANDRADE,
POR CORREIO ELETRÔNICO

Por que pacientes que fazem radioterapia sentem tanto cansaço e desgaste físico após as sessões, se a irradiação é restrita a um pequeno 'ponto' do corpo?

PRIMEIRAMENTE, É PRECISO esclarecer que a radioterapia não é aplicada de modo restrito a apenas um pequeno 'ponto' do corpo, mas sim a um volume predefinido, em uma dada região do organismo. Entretanto, para que o feixe de radiação ionizante atinja o volume a ser irradiado (leia-se 'o tumor maligno'), ele terá de passar, em seu caminho, por tecidos e órgãos saudáveis – e essa interação pode acabar produzindo alguns efeitos indesejáveis.

Tecidos saudáveis normalmente se recuperam rapidamente dos efeitos da radiação ionizante. Mas, dependendo da região irradiada, algumas sequelas podem se manifestar. Alguns exemplos são queimaduras na pele no local da irradiação, desconforto digestivo, desconforto ao engolir alimentos, ardência ao urinar...

Assim como um tumor maligno, quando se manifesta, provoca diferentes sintomas no corpo humano, a radiação ionizante, quando o atinge, também provoca efeitos secundários que podem ocasionar desconforto. Dependendo da intensidade desse desconforto, a pessoa pode ter a sensação de esgotamento físico – embora nem todos os pacientes sintam o mesmo tipo de desconforto com o tratamento.

Alfredo Viamonte Marin

SERVIÇO DE QUALIDADE EM RADIAÇÕES IONIZANTES,
INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER

WAGNER ACCIOLY, POR CORREIO ELETRÔNICO

A reutilização permanente de aterros sanitários é viável tecnológica e economicamente?

NÃO. A REUTILIZAÇÃO DE ATERROS sanitários de forma permanente é inviável, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Em alguns casos específicos, pode-se ampliar o tempo de vida útil dos aterros, alterando-se seus projetos iniciais com vistas a uma nova área ou aumento de altura do mesmo aterro. Em outros casos, pode-se retirar materiais de alto valor de reciclagem que estão aterrados, como ocorreu nos Estados Unidos durante o início do projeto de reciclagem de alumínio. A retirada de resíduos já aterrados para a reutilização posterior na indústria é um processo caro e de alta demanda tecnológica.

A avaliação de viabilidade de reutilização de um aterro sanitário pode ser feita antes do depósito de lixo atingir um limite máximo de altura. Em aterros regulares, o tempo de vida útil costuma durar entre 15 e 25 anos. Ao fim desse intervalo, o aterro é fechado. Alguns projetos podem até ser revisados para ampliar a altura limite do depósito e estender a vida útil do aterro, mas isso não é habitual.

No entanto, o que ocorre no Brasil é o prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, anexando terrenos vizinhos para expandi-lo. Essas áreas estão normalmente desvalorizadas e oferecem boas condições para ampliação do aterro. A extensão deve ser feita sempre a partir de um projeto apresentado aos órgãos ambientais competentes para avaliar os seus impactos e a sua viabilidade.

Uma boa maneira de ampliar o tempo de uso de um aterro sanitário é mudar o modelo de gestão dos resíduos, alterando os hábitos da população, por meio de um descarte consciente; priorizar a triagem, a reutilização dos materiais, a reciclagem e, por fim, optar por um tratamento mais adequado dos resíduos. Além disso, é importante destinar para os aterros apenas os resíduos que não forem aproveitados.

Em países da Europa, por exemplo, o material orgânico não é depositado em aterros. Em vez disso, ele é utilizado para gerar biogás e energia ou composto orgânico para agricultura. Além do material orgânico, outros componentes do lixo, como vidros, plásticos e metais, também podem ser destinados à reciclagem ou ao reaproveitamento, gerando mais espaço disponível nos aterros.

José Fernando Thomé Jucá

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

FOTO GENLISON ARAUJO / PARCEIRO / AGÊNCIA O GLOBO

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

ELISA KOZASA E LUIZ EUGÊNIO MELLO

A CIÊNCIA DA MEDITAÇÃO

Originalmente ligada às práticas religiosas orientais, a meditação é hoje objeto de estudo da ciência e recomendada como terapia complementar para muitas condições médicas. No Brasil, é oferecida pelo Sistema Único de Saúde (SUS) desde 2006. Muito mais que apenas relaxar e combater o estresse, cientistas vêm mostrando que a prática meditativa tem a capacidade de mudar a estrutura e as funções cerebrais, favorecendo a atenção plena e a habilidade de foco.

Pesquisas desenvolvidas no Brasil investigam esses efeitos da meditação e tentam entender suas vantagens. Nesta entrevista, a bióloga Elisa Kozasa, do Instituto do Cérebro do Hospital Israelita Albert Einstein, e o neurocientista Luiz Eugênio Mello, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), à frente desses estudos, falam sobre seus resultados mais recentes na busca por compreender a ação do estado meditativo no cérebro e discutem a aplicação dessa prática no sistema público de saúde.

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ



Vocês vêm estudando os efeitos da meditação sobre o cérebro humano há mais de 10 anos. O que têm observado de mais interessante?

KOZASA Publicamos um estudo na *NeuroImage*, bastante citado, em que comparamos pessoas que meditam com regularidade e pessoas que não meditam durante uma tarefa de atenção sustentada. Os dois grupos foram pareados por escolaridade, idade e gênero. Não diferenciamos o tipo de meditação que eles praticavam. Eram pessoas que meditavam há pelo menos três anos, três vezes por semana por meia hora no mínimo. Havia pessoas que meditavam todos os dias, mais de uma hora. Esse critério mínimo foi estabelecido a partir de conversas com meditadores experientes. Observamos que quem não medita precisa ativar mais áreas cerebrais do que quem medita para ter o mesmo desempenho em uma tarefa de atenção. Enxergamos bem essa diferença em exames de neuroimagem fun-

cional feitos nos dois grupos no Hospital Israelita Albert Einstein. É como se as pessoas que meditam regularmente tivessem um cérebro mais eficiente para desempenhar atividades que requerem atenção.

Quando falam de meditação, a que se referem exatamente? O que caracteriza a meditação? Basta sentar e prestar atenção na respiração?

KOZASA Não há consenso na literatura sobre o que é meditação, mas basicamente são práticas em que se treina a atenção sustentada e se desenvolve certo nível de relaxamento físico e mental autoinduzido. O grande ganho das práticas de meditação é treinar a atenção, mas não a 'atenção tensa' e sim uma 'atenção relaxada', que permite ao indivíduo poder sustentar esse estado por longos períodos de tempo.

Então, outras práticas que envolvam atenção, como fazer origami, por exemplo, podem ter o mesmo efeito que a meditação clássica?

MELLO Há várias evidências que sugerem existir outras formas de meditar. Quando se está fazendo crochê ou pescando, por exemplo, concentrado numa dada atividade e a desempenhando conscientemente, há uma analogia com o processo de meditação. Mas não chegamos a fazer um estudo para comparar pessoas que meditam com aquelas que fazem esse tipo de atividade para saber se o efeito é o mesmo.

KOZASA Há muitas questões ainda a ser analisadas. Uma delas é saber as diferenças entre práticas meditativas variadas. Os leigos podem pensar que meditar é só sentar de pernas cruzadas e prestar atenção na respiração, mas não é só isso. Existem diferentes técnicas de meditação. Hoje se fala, inclusive, no conceito de meditação informal, ou de práticas de *mindfulness* (atenção plena), que têm sido trazidas ao Ocidente. São estratégias que saem da meditação formal, sentada, e envolvem atividades cotidianas, mantendo a atenção naquela ação. As pessoas as praticam mesmo sem saber o que é *mindfulness*. Uma coisa é meditar e outra, o estado meditativo, que talvez possa ser atingido por meio dessas outras práticas informais.

O que acontece em nível fisiológico no cérebro de quem medita? Algum hormônio é liberado, alguma área específica é ativada?

KOZASA Isso varia de acordo com o tipo de meditação. Fizemos um estudo em que tentamos ver se havia diferenças estruturais no cérebro das pessoas que meditam e não apenas diferenças funcionais, como observamos antes. Para isso, usamos um programa de computador desenvolvido pelo João Ricardo Sato, da Universidade Federal do ABC, que nos permitiu classifi-

PARA NOSSO ESPANTO, VERIFICAMOS, COM QUASE 95% DE ACURÁCIA, QUE ERA POSSÍVEL DISTINGUIR O CÉREBRO DE UMA PESSOA QUE MEDITAVA DO DE OUTRA QUE NÃO O FAZIA

Elisa Kozasa

car os cérebros de meditadores e não meditadores com base em imagens estruturais cerebrais obtidas por ressonância magnética. Para nosso espanto, verificamos, com quase 95% de acurácia, que era possível distinguir o cérebro de uma pessoa que meditava do de outra que não o fazia. Foram considerados os volumes de 121 regiões do cérebro; algumas das regiões que mais se diferenciaram foram tálamo, giro pré-central, giro frontal inferior e o córtex entorrinal.

O que representam essas alterações cerebrais?

KOZASA O tálamo é um 'relê' sensorial, que deixa passar ou bloqueia as informações enviadas pelos sentidos. Uma das habilidades desenvolvidas no processo de meditação é aprender a direcionar a atenção para um foco mais específico, em vez de receber de forma automática os dados sensoriais e responder a eles do mesmo modo. Em um estudo, usamos um teste de atenção e controle de impulsos. Mostramos aos voluntários palavras referentes a cores, mas pintadas de outra cor, como 'vermelho' escrito em azul, e as pessoas tinham que dizer a cor que viam e não a palavra. Essa tarefa exige atenção e controle de impulsos, habilidades desenvolvidas à medida que se treina a prática meditativa. Ao contrário do que parece, ficar sentado mantendo um foco de atenção não é um processo passivo, é ativo e exige aprendizado.

MELLO A questão do tálamo é muito importante. Nosso sistema nervoso é bombardeado com informações de toda natureza a todo instante. Essas informações podem ou não ganhar acesso ao córtex cerebral e despertar uma reação. Se ouço o barulho de uma bomba, como ele é intenso e eu o catalogo de um modo específico no meu cérebro, tenho que prestar atenção. Se me for infligido um estímulo nocivo que provoque dor, ele também tem que chamar a atenção. Há um experimento fascinante para explicar a atenção. Imagine uma audiência sentada para assistir a uma aula. Se forem crianças de dois anos, elas não ficam sentadas por muito tempo. Se forem adolescentes, vão ficar um pouco mais. Se forem adultos jovens, mais ainda. Isso

>>>

tem a ver com o amadurecimento do sistema nervoso. A capacidade de atenção não nasce pronta, vai se desenvolvendo naturalmente. Se a aula for interessantíssima, essa população de adultos jovens ficará imóvel por manter atenção completa na aula. Mas, à medida que o tempo passa, mesmo que a atenção seja completa, as pessoas começarão a se mexer e a se distrair. Isso acontece porque, quando ficamos imóveis em cima do corpo, ocorre o que chamamos de escara de decúbito. Qualquer paciente que ficar deitado no hospital tem que ser virado, senão surgem escaras. Assim também é conosco: quando sentados ou deitados nos mexemos porque os receptores do nosso corpo começam a enviar sinais ao tálamo avisando que a circulação sanguínea não está adequada. Mesmo inconscientemente, o nosso tálamo filtra a informação e a envia para o córtex, que toma a decisão de se mover. O tálamo é esse filtro que controla a informação que chega ao sistema nervoso. A única informação que não passa pelo crivo do tálamo para chegar no córtex é a olfativa. Todas as outras informações sensoriais passam por ele.

Quem medita então tem mais controle sobre o tálamo? É capaz de driblar esse mecanismo?

MELLO Mais ou menos isso. O tálamo é como uma antessala, com função secretarial, de leão de chácara, e o córtex cerebral é a sala principal, com função executiva. Que informações vão para o executivo? Só as importantes. O leão de chácara, o tálamo, segura o que não importa. Evidentemente, ele não é burro; tem uma agenda que estabelece em comum acordo com o córtex. Qualquer informação relativa a um estímulo doloroso, por exemplo, tem acesso imediato. Digamos que eu nunca tenha tido filho e ouço um choro de criança. Essa informação é, para mim, menos relevante e não passa adiante ao córtex. Mas, se já tenho filho, essa informação passa a ser importante e é passada ao córtex. Tudo se dá nessa conversa do córtex com o tálamo. As mudanças estruturais no tálamo e em outras regiões do cérebro de quem medita indicam que, ao treinar técnicas de meditação, a pessoa consegue dirigir sua atenção sem muito esforço. A meditação realmente muda o cérebro, o que é notável. Sem um tálamo efetivo, nenhum monge conseguiria ficar parado por horas meditando, por mais vontade cortical que ele tivesse.

No ano passado, pesquisadores da Universidade de Cingapura publicaram um artigo na *Plos One* relatando que monges tibetanos conseguiam controlar a temperatura corporal ao meditar. Como isso é possível?

MELLO Essa não é uma capacidade simples de ser desenvolvida. Há monges com algum grau de controle

sobre frequência cardíaca, temperatura e atividade elétrica cerebral – que fazem parte dessas relações entre córtex e tálamo. Mas não há dados suficientes para sugerir que isso se dê por controle direto. Posso fazer o meu coração bater menos se pensar num oceano tranquilo: ao me acalmar, meu coração desacelera. O mesmo acontece com a temperatura. Se eu diminuir tensões, se meus músculos estiverem menos contraídos, minha temperatura corporal vai ficar mais baixa. É um evento secundário. É difícil acreditar que se consiga isso diretamente ao mexer no ‘termostato’ do hipotálamo.

KOZASA Além do tálamo, outra região que costuma ser implicada nesse processo é a ínsula, que responde pela percepção interna do organismo, das alterações viscerais e das emoções. O processo meditativo também envolve áreas pré-frontais: quem medita muito acaba treinando a habilidade de se auto-observar sem se envolver tão intensamente, como a maioria de nós faz. Muitas vezes, ficamos tão tomados por um problema que só pensamos nele e nem dormimos. À medida que desenvolve a habilidade de meditar, a pessoa se torna observadora de si mesma, do que acontece em sua vida emocional, de sua relação com os outros.

Algumas pessoas que meditam costumam dizer que o estado meditativo é semelhante ao sono. Cientificamente, essa aproximação existe?

KOZASA No estado meditativo, a pessoa está ao mesmo tempo relaxada e muito atenta, situação compatível com o estado de vigília, primeira fase do sono, em que há máxima manifestação da atividade sensorial e motora. O cérebro apresenta características que vemos durante o sono e também quando a pessoa está acordada. O interessante é que na meditação se consegue manter a atenção sem estar sob alta estimulação. Um dos grandes problemas que enfrentamos hoje é que a nossa atenção é roubada, capturada pelo estímulo mais intenso, a imagem mais colorida, o som mais alto. Acabamos nos tornando escravos dos estímulos em vez de dominar esse processo. Já quem medita consegue ficar atento mesmo sob baixa estimulação, como simplesmente atentar para a respiração. O psicólogo Daniel Goleman, autor do livro *Foco*, que está sendo bastante comentado, aborda essa questão. Segundo ele, desenvolver esse estado de atenção relaxada é uma das soluções para a nossa desatenção crônica ou falta de direcionamento da atenção.

MELLO Um bom exemplo para entender o que se passa com alguém que medita é o experimento do gorila, em que se apresenta a um grupo de pessoas um vídeo de um jogo de basquete e se pede que elas contem o número de passes de bola. Ao fundo da partida, passa um gorila. A maioria das pessoas fica tão focada na con-

tagem dos passes que não vê o gorila. Seria de se supor que quem medita tivesse mais probabilidade de detectar o gorila por causa da capacidade de focar a atenção e, ao mesmo tempo, manter o conjunto de estímulos, em vez do estímulo setorizado. Quem medita faz menos esforço para manter a atenção porque recruta menos áreas cerebrais para isso e, portanto, ainda tem áreas de sobra para detectar o gorila.

O interesse de vocês por essa área de pesquisa partiu de um contato prévio com a meditação em suas vidas pessoais?

KOZASA Sim. Comecei a ter contato com essa questão aos 12 anos, quando passei a praticar *aikido*, arte marcial em que temos uma base em contemplação e práticas de meditação. Sempre achei o tema bem interessante e acabei seguindo essa linha de pesquisa.

MELLO Eu tenho interesse de forma geral pelo sistema nervoso e tudo o que diz respeito a ele me interessa. Quem me levou para esse campo da meditação foi a Elisa. Não medito, mas adoro pescar e saltar a cavalo. Essas atividades nos fazem estar presentes no momento e nos levam a nos concentrarmos da mesma maneira.

A meditação é por vezes associada à pseudociência, especialmente pelo seu caráter místico e religioso original. Vocês já sentiram algum tipo de preconceito da comunidade científica em relação aos estudos que fazem sobre o tema?

KOZASA O estudo da meditação se aproxima da pseudociência quando alguém afirma comprovar hipóteses que não são comprováveis, dizendo usar o método científico. Mas é possível fazer boa ciência sobre esse tema. Há vários artigos sobre meditação publicados em revistas de renome, como *Science*, *Nature* e *The Lancet*. Tudo depende do pesquisador, da forma como ele faz suas perguntas e de como as conduz.

A meditação vem sendo usada como recurso terapêutico e está disponível no SUS em algumas cidades do país. Existem evidências de que ela funciona para tratar doenças? Se não aplicada de forma correta, pode gerar algum dano?

KOZASA Há estudos, desde a década de 1970, mostrando que a meditação pode ser benéfica para as mais diferentes condições, da prevenção e do tratamento de problemas cardiovasculares até transtornos de ansiedade. Já se observou que o treinamento em meditação pode reduzir a tensão muscular e os sintomas de estresse decorrentes do câncer, além de ajudar em patologias como fibromialgia e distúrbios de humor. Mas ainda há várias questões a serem respondidas, como saber se existem diferenças entre tipos de meditação e quanto tempo de prática é necessário para ajudar um paciente.

MELLO Certamente, a meditação pode beneficiar pacientes em condições médicas diversas. A medicina

CERTAMENTE, A MEDITAÇÃO PODE BENEFICIAR PACIENTES EM CONDIÇÕES MÉDICAS DIVERSAS

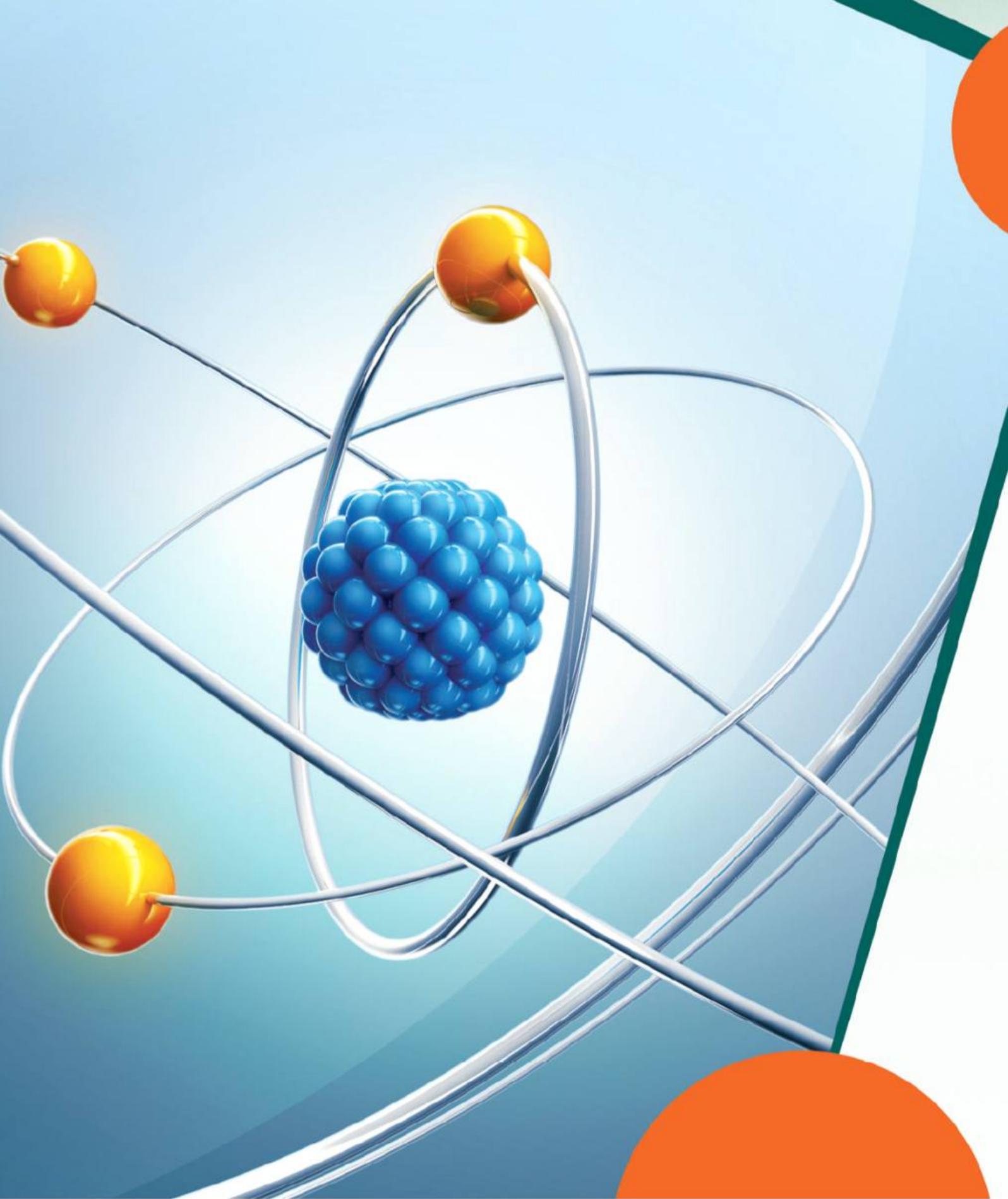
Luiz Eugênio Mello

alternativa é boa porque expande o arsenal terapêutico para a população, mas, para fazer alguma coisa malfeita ou que não funciona em um dado caso, é melhor não fazer. É preciso entender em que condições médicas a meditação é adequada e garantir que a aplicação seja bem feita. A prática alternativa passa a impressão de que só faz bem. Mas até água em excesso faz mal. Não chegamos ainda ao ponto de entender quando a meditação não é boa, mas deve haver situações, mesmo que raras, em que ela não é indicada e pode ser nociva, como, possivelmente, para pacientes esquizofrênicos.

Como garantir que a aplicação da meditação será bem feita? Quem são os profissionais habilitados?

MELLO Esse é um ponto central e um debate que a sociedade deve ter. Em medicina existe a discussão, que pode ser corporativa, sobre a acupuntura, por exemplo. Houve grande polêmica sobre quem seria qualificado para aplicar a acupuntura e se definiu que era preciso que fosse um médico ou especialista com diploma. E a meditação? Quem é que pode aplicar? Um psicólogo? Um engenheiro que pratica há anos? Não tenho uma resposta. É preciso discutir quem certifica e quem qualifica. É uma discussão importante porque existe um risco.

KOZASA Para ensinar meditação como processo educacional, como estilo de vida, não há grandes limitações. Mas há técnicas de meditação voltadas para a prevenção de recaídas de usuários de drogas, por exemplo, em que pode haver dano para a saúde, como também em casos de esquizofrenia. Nesses casos, é importante o acompanhamento do paciente por um profissional de saúde. Hoje, as exigências para ser certificado, por exemplo, como instrutor de *mindfulness* são cada vez maiores. É preciso praticar meditação há alguns anos e, no caso da terapia para usuários de droga, é preciso ser um psicólogo da área cognitiva. Ainda não há regras claras sobre quem está habilitado para aplicar a meditação e que órgão a certificará. No contexto da saúde, creio que o cientista dessa área pode trazer importante contribuição para essa questão ao investigar a aplicabilidade da meditação como terapia e seus mecanismos psicofisiológicos. 



REATOR MULTIPROPÓSITO BRASILEIRO DARÁ IMPULSO À MEDICINA NUCLEAR.

EQUIPAMENTO ESTARÁ PRONTO EM 2017, EM IPERÓ/SP.

Está em desenvolvimento um projeto que tornará o Brasil autossuficiente na produção de radioisótopos, substâncias essenciais na medicina nuclear, e que, atualmente, são importadas.

Os radioisótopos possibilitam diagnósticos mais precisos de doenças como o câncer, segunda principal causa de morte no país. Além disso, o reator produzirá fontes radioativas usadas pelo Brasil, em larga escala, nas áreas industrial e de pesquisa.

Esse ambicioso projeto da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) contou com um investimento de R\$ 50 milhões da Finep, oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT).

É a Finep, com recursos do FNDCT, transformando o Brasil por meio da inovação.

R\$1,8 BI
EM PESQUISA

Somente em 2013, foram investidos R\$ 1,8 bi em projetos de pesquisa, entre eles:

- Ônibus Elétrico Híbrido a Etanol;
- Infraestrutura para implantação do Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações;
- Rede de Centros de Inovação em Nanomateriais e Nanocompósito.

APOIO DE
R\$2,4 BI

Nos últimos 12 anos, o FNDCT apoiou a infraestrutura de pesquisa nas universidades brasileiras em um montante de R\$ 2,4 bi.

MAIS DE
40 MIL
PROJETOS

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) foi criado em 1967 e já financiou mais de 40 mil projetos de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico.

FNDCT

Finep
INOVAÇÃO E PESQUISA

Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

DESTAQUE > FÍSICA > APRESENTADAS EVIDÊNCIAS DA VIOLENTA EXPANSÃO SOFRIDA PELO UNIVERSO

Revolução: inflação e ondas gravitacionais



Quando o comunicado de imprensa chegou à caixa de mensagens desta seção, ela foi encaminhada, segundos depois, para a redação do sítio do ICH, com a seguinte mensagem: "Isso é tão importante que até dói". Era um alerta para que aqueles resultados fossem noticiados com brevidade pela *CH on-line*. Afinal, uma colaboração internacional trazia evidências da comprovação de uma teoria e de um fenômeno, ambos importantíssimos para o entendimento do universo. E, se esses dados forem confir-

mados, há uma quase certeza no caminho desses pesquisadores: Nobel.

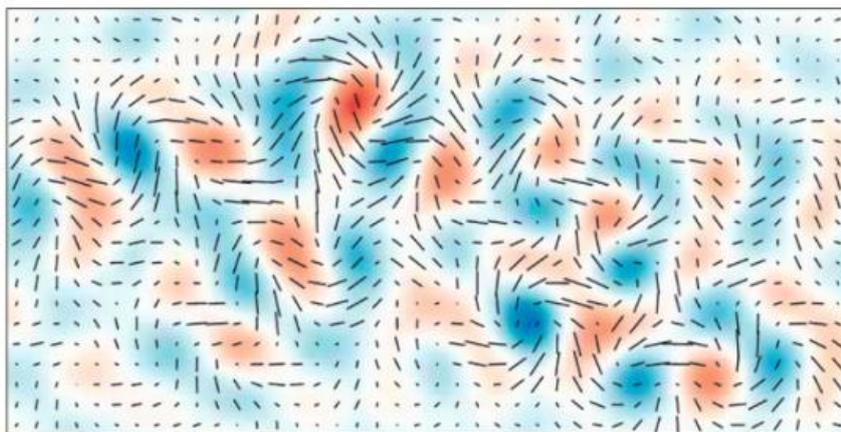
Imagine-se, leitor(a), sobrevoando a floresta amazônia. Ela parecerá extremamente homogênea, como um tapete verde — deixemos de lado seus caudalosos rios. Algo semelhante se passa com a temperatura do universo: em pequena escala é bem heterogênea — afinal, há o calor imenso das estrelas e de outros corpos cósmicos que emitem radiação. Mas, em grande escala, a temperatura do universo, como a visão de nossa floresta, é totalmente homogênea:

cerca de 2,7 kelvin (ou, aproximadamente, 270°C negativos). Esse 'calorzinho' quase nulo, mas onipresente, é chamado radiação cósmica de fundo e é um resquício de um universo que foi quentíssimo há cerca de 14 bilhões de anos, quando ele surgiu.

Isso é o que se observa. É fato. Mas, para que haja essa homogeneidade nos 'quatro cantos' do universo, uma condição se impõe: essas regiões hoje tão distantes do universo tiveram que, em algum momento, no passado, estar em contato, para igualar suas temperaturas — assim como a água e o gelo acabam, quando juntos, atingindo o chamado equilíbrio térmico, ou seja, a mesma temperatura.

INFLAÇÃO SÚBITA Mas essa homogeneidade é impossível para um universo que simplesmente cresceu como um balão de festa que vai aumentando seu volume. Para resolver esse problema, o físico teórico norte-americano Alan Guth, em 1980,

Dados obtidos pelo telescópio Bicep2 (acima, no alto do prédio azul), no polo Sul, permitiram gerar o mapa dos 'redemoinhos' (modos B) causados nas vibrações da radiação cósmica de fundo pelas ondas gravitacionais da inflação



ANDREW WAINWRIGHT/COMINSIS/BICEP2

propôs o seguinte: o universo, de repente, sofreu uma expansão. E essa inflação exponencial levou para cantos bem distantes do espaço dois pontos que estavam em equilíbrio térmico. Logo depois, o modelo inflacionário de Guth — hoje, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA) foi aprimorado pelo físico russo Andrei Linde, da Universidade Stanford (EUA).

No entanto, a chamada inflação cósmica era só uma teoria. Agora, com os resultados do experimento Bicep2, uma colaboração internacional, a inflação — tudo indica — é fato. E, se assim seguir sendo, descartam bom volume de teorias que não incluíam a inflação cósmica em seus cálculos. Um dos especialistas chegou a dizer que modelos “estão mortos”.

Tsunami gravitacional O físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), com base em sua teoria da gravitação (ou relatividade geral), propôs que o chamado espaço-tempo — uno indissociável das três dimensões espaciais (largura, altura e comprimento) e do tempo —, quando perturbado pela presença de massas (no caso, gigantescas), geraria ondas, semelhantes àquelas que surgem em um lago, quando nele se atira uma pedra.

A inflação causou uma tremenda perturbação no espaço-tempo daquele universo infantil, um tipo de *tsunami* gravitacional. Mas, de lá para cá, passaram-se quase 14 bilhões de anos. E detectar o que são hoje ‘marolinhas gravitacionais’ era difícil, pois os efeitos dessas ondas sobre detectores é extremamente tênue.

Mas havia um modo indireto. Teóricos propuseram que essas ondas gravitacionais primordiais interagiram com a radiação cósmica de fundo naquele universo recém-nascido, e nela deixaram uma ‘impressão digital’, retorcendo-a e criando vórtices. Mais tecnicamente, a radiação cósmica de fundo passou a vibrar de modo diferente — os físicos chamam essa vibração de ‘modos B’.

Mas como detectar os tais modos B? Aí, entra a engenhosidade humana. O telescópio Bicep2 (sigla, em inglês, para algo como Imagem de Fundo da Polarização Cósmica Extragaláctica) foi feito para capturar diminutas variações (flutuações) na radiação cósmica de fundo.

Para evitar interferências, o Bicep2 foi montado no polo Sul, onde há menos sinais de celulares, TV, rádio etc. E lá também a atmosfera é mais propícia, por ser limpa, seca e fria.

Em sua empreitada, o Bicep2 contou também com a ajuda da sorte: os modos B se mostraram cerca de 20 vezes mais fortes do que os teóricos previam. Assim, em 17 de março último, os pesquisadores envolvidos apresentaram publicamente seus resultados: os modos B haviam sido capturados (ver mapa).

E, se os modos B existem, existiu também a inflação e existem as ondas gravitacionais. Sem dúvida, um momento histórico.

Orgulho humano Para serem explicados, os dados do Bicep2, colhidos entre 2010 e 2012, precisam tanto da relatividade geral quanto da mecânica quântica, teoria que lida com o mundo subatômico. E essa relação pode agora ajudar a testar modelos que tentam juntar essas duas teorias.

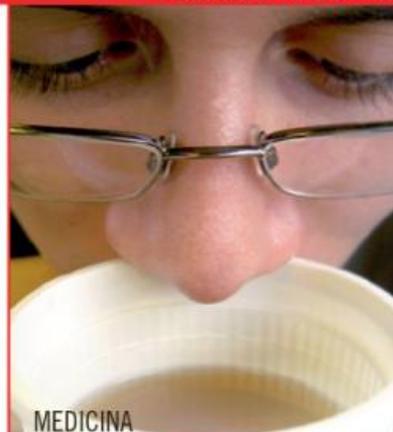
Sem muito espaço para erro, pode-se dizer que um Nobel já deve estar sendo costurado. O problema, nessas grandes colaborações, das quais participam várias instituições e países, é para quem dar o prêmio. Sempre haverá injustiças.

Sem dúvida, esses resultados causam maravilhamento: a ciência enxergou o que ocorreu no universo 10^{-32} segundo depois de seu surgimento e apresentou as primeiras imagens das ondas gravitacionais e evidências a favor da inflação.

Então, é torcer para que os resultados estejam corretos, pois são nesses (poucos) momentos que — apesar das tantas maldades (guerras, genocídios, racismo, corrupção, tortura, destruição do planeta...) perpetradas pela sempre negada natureza humana — dá orgulho pertencer à espécie *Homo sapiens*.

A partir de agora, olhar para o céu ficará, no mínimo, mais interessante. E, daqui em diante, é possível que a data de 17 de março de 2014 esteja para sempre cravada na história do firmamento.

MAIS EM CH on-line: <http://bit.ly/1iyd0ms>



MEDICINA

Um trilhão de odores

Somos capazes de sentir apenas cerca de 10 mil odores. Esse mito, de décadas, sobre humanos parece ter caído. E o novo número é tão grande que parece cheirar a mentira.

A equipe de Leslie Vosshall, da Universidade Rockefeller (EUA), submeteu 26 voluntários a testes envolvendo a combinação de tipos de 128 moléculas (odores). Cada voluntário cheirou três tubos e teve que dizer qual tinha o aroma diferente — em dois deles, as essências eram idênticas.

No cômputo geral, os pesquisadores concluíram que, com os cerca de 400 receptores de odor no nariz, somos capazes de sentir, em média, 1 trilhão de cheiros. Reforçando: na média. Pois houve participante que só conseguiu distinguir 80 mil e outros, milhares de trilhões. O artigo está em *Science* (02/04/14 on-line).

Em entrevista à CH, Vosshall explica por que não somos tão bons nesse quesito quanto os cães. Segundo ela, eles têm mais células e mais receptores do que nós no aparelho olfativo. Além disso, “cães estão mais perto do chão, onde os odores estão, e metem o focinho em muitos lugares”. Segundo Vosshall, se fizessemos o mesmo, teríamos mais informações olfativas. “Mas, geralmente, não temos esse comportamento em público.”

E quantos cheiros os cães podem sentir. “Não sabemos”, diz ela.

ASTRONOMIA

Oceano interno

Astrônomos já haviam notado os jatos líquidos no polo sul de Encélado, um dos satélites de Saturno. E o que era desconfiança passou agora a quase certeza: é água salgada. Mais: vem de um oceano interno.

Imagens e dados gravitacionais obtidos pela sonda Cassini, da Nasa (agência espacial dos EUA), da lua de 500 km de diâmetro confirmaram a presença de um imenso reservatório aquático com 10 km de espessura, abaixo de uma camada de aproximadamente 40 km de gelo.

Desde 2005, quando os jatos foram observados, havia quem defendesse que eles tinham origem na decomposição do gelo no subsolo.

Mas, agora, sabe-se que eles vêm do oceano subterrâneo e chegam à superfície através de fraturas no gelo. O artigo está em *Science* (04/04/14).

Por que água líquida nessa lua tão pequena? Mistério. Hipótese: a imensa gravidade de Saturno teve papel importante em aquecer o interior desse satélite e, com isso, liquefazer o gelo. Encélado é uma das 62 luas de Saturno.

Pesquisadores querem agora uma missão de busca de vida no satélite. Mas as chances são baixas e, se ocorrer, deverá levar décadas.

Encélado, que tem um oceano interno em seu polo sul. Acima, jatos de água que brotam desse satélite de Saturno



NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE

ECOLOGIA

Ressurreição verde

Em algum momento da invasão da Europa pelos bárbaros, um diminuto musgo começava a brotar na Antártida. Agora, cerca de 1.500 anos depois, ele foi trazido de volta à vida. É a primeira vez que isso ocorre com uma planta tão antiga.

O feito é de Peter Convey, da BAS (sigla, em inglês, para Levantamento Britâ-

nico da Antártida), e colegas. A amostra da qual o musgo foi resgatado veio dos subterrâneos da ilha de Signy, na península Antártida. A ressurreição ocorreu no Reino Unido, onde, em condições ideais, o vegetal voltou à vida.

Contaminação? Os autores descartam, já que o crescimento do musgo foi

observado ao microscópio, passo a passo. A equipe diz ter tentado a ressurreição porque os musgos na amostra pareciam 'frescos' e não matéria orgânica morta. Até agora, plantas com aproximadamente (e apenas) 20 anos foram trazidas de volta à vida. A ressurreição está detalhada em *Current Biology* (17/03/14).

FOTO: P. BOELEN



Pesquisadores retiram amostra do solo da ilha de Signy, local onde foi colhido o musgo que voltou à vida depois de 1,5 mil anos

Por que a zebra tem listras?

Por que as zebras são listradas?

Marque a alternativa mais provável:

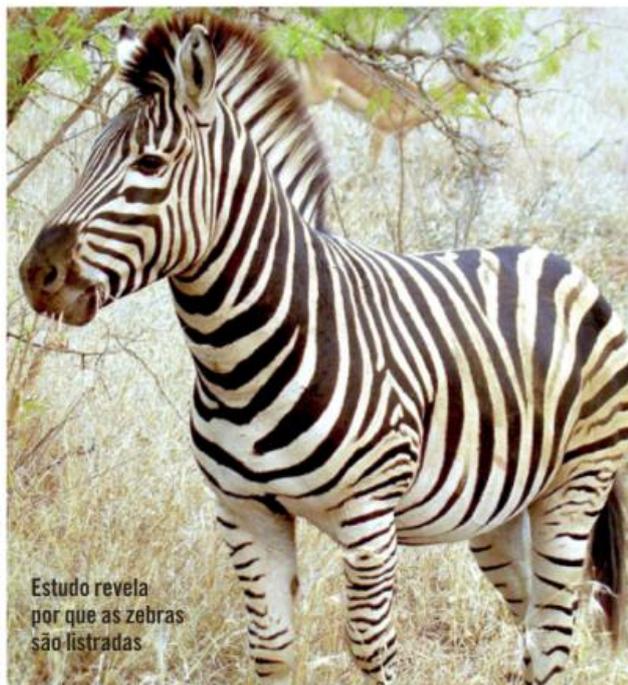
- i) camuflagem; ii) confundir visualmente o predador; iii) administrar a perda de calor; iv) função social; v) evitar picadas de moscas.

Cada item acima – alguns deles propostos há mais de um século – foi examinado pela equipe de Tim Caro, da Universidade da Califórnia, em Davis (EUA). Os pesquisadores mapearam geograficamente sete espécies de zebras e incluíram ainda cavalos e burros. Levaram em consideração dados relativos a predadores, moscas, temperatura regional etc.

Ao final, descartaram quatro das alternativas acima. Para a surpresa da equipe, ficou o quinto item citado acima. Explicação: moscas tendem a evitar superfícies listradas em preto e branco – algo, por sinal, que já se sabia. Os resultados estão em *Nature Communications* (01/04/14).

Dois porquês. Por que ao longo da evolução as listras surgiram apenas nas zebras? Hipótese dos autores: por elas terem pelo mais curto que espécies semelhantes, o que facilita a picada dos insetos.

Mas por que as moscas evitam padrões listrados? Não se sabe.



Estudo revela por que as zebras são listradas

LUKAS KAFFER/WIKIMEDIA COMMONS

SINTONIA FINA

Pornografia científica

Um dos colaboradores desta seção enviou a dica como uma brincadeira. Mas o assunto é sério: no último dia 21 de março, foi lançado, nos EUA, *Porn Studies*, o primeiro periódico científico dedicado aos estudos da pornografia.

A revista, que será trimestral, é como todas as outras do meio científico: os artigos serão avaliados por pares. Um de seus objetivos é “explorar criticamente os produtos e serviços culturais designados como pornográficos”.

O primeiro número tem acesso livre. Um dos artigos discute as tendências atuais de filmes pornô e como eles se modificaram à luz da internet. Outro, escrito por pesquisadores da Universidade de Paris (França), propõe palavras-chave (*tags*) para classificar, segundo as fantasias e desejos, material pornográfico baixado da rede. Os títulos são tão acadêmicos quanto em outras revistas de humanas: ‘As humanidades e o método da pesquisa social nos estudos sobre pornografia’.

Uma das editoras deste periódico é Feona Attwood, professora catedrática de estudos culturais da Universidade de Middlesex (Reino Unido) que tem vários livros e muitos artigos sobre o tema. A área de estudos da pornografia reúne especialistas da área de medicina, psiquiatria, psicologia, criminalística, mídia etc.

Dado o tabu que cerca o tema, muitos resultados de estudos na área ainda são ou provisórios, ou sem significância estatística, ou controversos. Exemplos: i) segundo estatísticas governamentais, em países em que a questão foi estudada com enfoque científico (Canadá, Croácia, República Tcheca, Japão, Alemanha, Suécia, EUA, entre outros), há relação entre a disponibilidade de conteúdo pornográfico e a diminuição (ou não aumento) de crimes sexuais; ii) na Dinamarca, relatório científico concluiu que a legalização da pornografia não implicou aumento dos crimes sexuais; iii) estudos científicos mostram que, em vários países, o aumento da disponibilidade de material pornográfico levou à diminuição (ou não aumento) da incidência de estupros; iv) há estudos que, no entanto, indicam que homens com maior exposição que a média a material pornográfico tendem a aceitar com mais naturalidade ataques sexuais contra mulheres.

Artigo interessante de revisão (em inglês e para assinantes) sobre o tema: <http://bit.ly/1he9128>

O pequeno senhor dos anéis

Pela desolação da paisagem, bem que esse poderia ser o planetinha do *O pequeno príncipe*, livro do escritor e aviador francês Antoine de Saint-Exupéry (1900-1944). Com uma diferença: o céu de Chàriklo deve ser bem mais bonito, pois está ornamentado com dois anéis (imagem). Esse asteroide é o menor corpo cósmico a ter anéis – atributo até agora só de 'gigantes', como Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Como ele ganhou anéis? Hipótese: uma colisão teria criado um disco de detritos em torno de Chariklo (ou Cariclo), que está entre Saturno e Urano, é gelado e tem apenas 250 km de diâmetro.

Os anéis têm 3 km e 7 km de largura, separados por 9 km.

Com grande repercussão na mídia, a descoberta – feita por acaso e com base em observações feitas em vários locais da América do Sul – teve a participação de 11 pesquisadores brasileiros, de sete instituições.

Assinam o artigo 64 autores, de 34 instituições, de 12 países.

"Acho sensacional este aspecto internacional do nosso trabalho", disse à *CH* Felipe Braga-Ribas, do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro (RJ), autor principal do artigo, que está em *Nature* (26/03/14).



FOTO: CECILIO RODRIGUES

A crise se avizinha, ou (...) já está instalada: há estimativas de que cerca de 1 bilhão de pessoas padecem de desnutrição no mundo

FUTURO SOMBRIO

No âmbito da física, ainda não se encontrou uma exceção para a observação de que a energia está sujeita ao princípio de conservação. Em outros termos, embora a energia possa se transformar, criando um fluxo entre vários sistemas, ela nem aparece nem desaparece no universo. A conservação da energia significa que seu somatório deve ser constante. Isso vale também para o cenário da biosfera no planeta Terra.

Na questão dos alimentos, a lei da conservação da energia também se aplica, o que reabilita as ideias do economista inglês Thomas Malthus (1766-1834), refutadas no passado. Uma olhada no relógio da população mundial revela que, atualmente, somos mais de 7 bilhões, e a cada segundo esse número aumenta. O mesmo não pode ser dito a respeito das reservas de alimentos. Uma análise de dados agrícolas do Serviço Internacional de Aquisição de Aplicações de Biotecnologia na Agricultura, publicada na revista científica *Nature* (v. 506, n° 7.488, p. 271), mostra crescimento bem reduzido das colheitas de plantas geneticamente modificadas. Embora a análise tenha incluído somente plantas transgênicas, é plausível concluir que essa tendência se aplica também às safras de plantas não modificadas.

O aumento da produção de alimentos, para dar conta da demanda mundial, depende, alternativamente, do uso generalizado de pesticidas. A chamada agricultura orgânica é artesanal e atende apenas a pequenas populações. Assim, o vaticinado 'limite malthusiano' – momento em que o crescimento da população torna impossível mantê-la com os recursos disponíveis – está logo à nossa frente. Gráficos eloquentes indicam que a crise se avizinha, ou que já está instalada: há estimativas de que cerca de 1 bilhão de pessoas padecem de desnutrição no mundo.

Como desgraça pouca é bobagem, o pesticida λ -cyhalothrin, muito utilizado nas plantações, não parece ser muito seletivo quanto aos insetos que afeta. Estudos re-

centes, publicados no *Journal of Applied Ecology* e comentados na *Nature* (v. 506, n° 7.487, p. 134, 2014) mostraram que abelhas (*Bombus terrestris*) expostas a esse composto sofrem efeitos que afetam diretamente a produção de alimentos. Essas abelhas, por exemplo, ao sair em busca de comida, traziam bem menos pólen para suas colônias do que outras não expostas ao pesticida. A mesma pesquisa revelou que, nas colônias afetadas, as operárias tinham tamanho corporal menor. Os pesticidas, portanto, não prejudicam apenas as abelhas: o efeito se alastra para todas as plantas que dependem desses insetos para a polinização. Isso ilustra dramaticamente que a cadeia alimentar é de fato uma sucessão de eventos solidamente interligados.

Para coroar o ambiente pessimista, pode-se acrescentar o desmatamento. A floresta amazônica, que tem sido sistematicamente destruída, é ainda um dos maiores reservatórios da biodiversidade do planeta. Essa destruição não terá efeito unicamente local: levando-se em conta apenas as plantas e a quantidade de CO₂ que elas liberam, a floresta exerce forte influência na atmosfera e, portanto, no clima global. É bem verdade que esforços para conter o desmatamento têm trazido resultados animadores. Além disso, recentemente, havia sido relatada uma maior intensidade da cor verde das copas das árvores (medida por sensores em satélites) justamente na época da seca, sugerindo um crescimento da floresta nesse período.

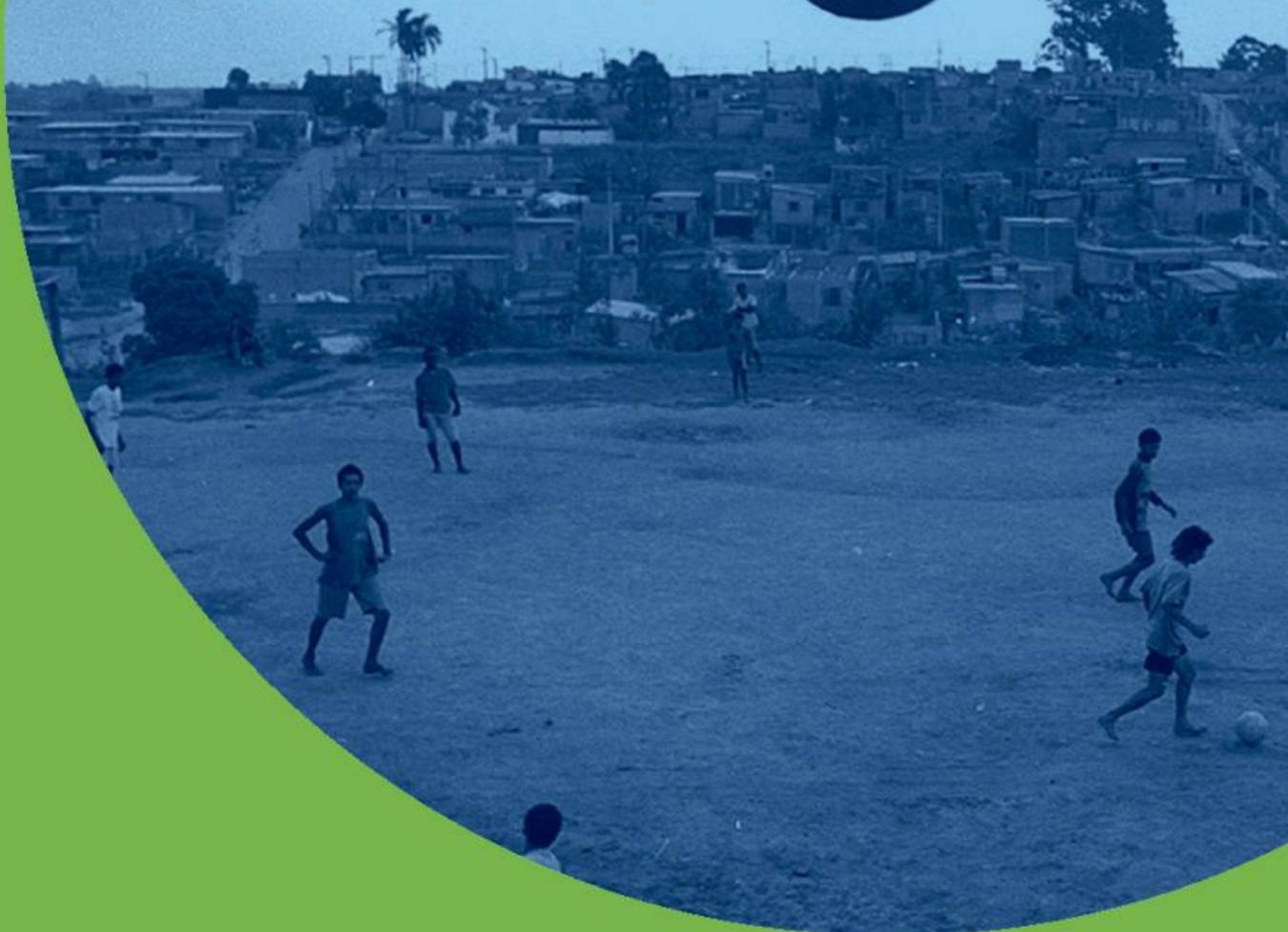
A notícia dessa coincidência representava um alento. Entretanto, e infelizmente, outro estudo, de Douglas C. Morton e colegas (*Nature*, v. 506, n° 7.487, p. 221), mostrou que tudo não passou de 'ilusão de ótica' dos sensores: o verdejar periódico da floresta decorre de variações de reflexão da luz que dependem da posição do observador. Por um lado, é bom saber que a ciência se autorregula. Por outro, confirma-se que talvez estejamos mesmo às portas da sexta extinção em massa. **CR**

FRANKLIN RUMJANEK

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

Como os brasileiros pensam a seleção

PÁTRIA DE CH



O futebol é rico em imagens e representações da coletividade. Seja no estilo de jogo, nas celebrações dos torcedores ou na forma de organização administrativa, o esporte costuma revelar traços de uma cultura. No Brasil, não é diferente. Qualidades atribuídas ao nosso futebol são tidas como características típicas de ser brasileiro. Mas a identidade nacional associada a esse esporte persiste hoje como em décadas anteriores? Neste artigo, pretendemos tecer alguns comentários sobre a atual relação do brasileiro com a seleção de seu país.

UTEIRAS?

Ronaldo Helal

Faculdade de Comunicação Social
e Programa de Pós-graduação em Comunicação,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

O estilo de jogo e as celebrações dos torcedores são publicamente reconhecidos no Brasil como traços nacionais. Em um plano, temos o tão celebrado 'futebol-arte' glorificado como a forma genuína de nosso suposto estilo de jogo, e o entusiasmo e os diversos modos de torcer como características típicas de ser brasileiro. Mas, no plano organizacional, não enaltecemos determinados aspectos, como a estrutura administrativa – alvo de ataques e denúncias de corrupção –, uma vez que eles falam de algo indesejado da cultura: a política de troca de favores na resolução de obstáculos da vida cotidiana. Nesse sentido, tais traços – que falam do lado mais perverso e indesejado do 'jeitinho' brasileiro – não são exaltados como representativos do Brasil que idealizamos.

FOTO: RAFAEL A. OLIVEIRA/ISTOCKPHOTO

>>>

Como avaliar então a atual relação do brasileiro com a seleção de seu país?

Lembremos de um acontecimento que ocorreu no ano 2000, fim de um século/milênio e início de outro. Pouco antes da publicação de *A invenção do país do futebol*, primeiro livro do meu grupo de pesquisa 'Esporte e Cultura', o antropólogo Hugo Lovisolo, coautor da referida obra, ao ser perguntado pelo repórter Pedro Gueiros, de *O Globo* (01/10/2000), sobre os impactos da derrota do futebol brasileiro nas Olimpíadas, respondeu diretamente: "Nenhum. O orgulho nacional não sofre mais com as derrotas. Há uma diversificação de interesses em outras modalidades de esporte e lazer, o futebol já não tem tanto peso". E concluiu: "a pátria calça chuteiras cada vez menores", em alusão a uma famosa imagem brasileira, a 'pátria de chuteiras', cunhada pelo dramaturgo e escritor Nelson Rodrigues para expressar a relação entre identidade nacional e seleção de futebol.

Mais do que a sentença proferida pelo meu amigo e companheiro de trabalho, o que mais me surpreendeu foi o que o editor fez no processo de edição da entrevista. A manchete da matéria, publicada no dia seguinte, estampava a frase do antropólogo: "A pátria calça chuteiras cada vez menores". Seria possível essa manchete algumas décadas antes?

Certo radicalismo à parte, a frase expressava um sentimento que começava a se divisar naquele fim de século. De fato, se compararmos a situação atual com a carga emocional expressa na derrota da Copa de 1950 ou na conquista do tricampeonato em 1970, podemos mesmo especular sobre o fato de estarmos assistindo a um declínio do interesse pelo futebol, ou melhor, pela seleção brasileira. Hoje, ao contrário de décadas atrás, seria lícito perguntar, afinal, se o Brasil está deixando de ser o país do futebol.

Ainda país do futebol? Repetido diversas vezes e vendido para o exterior como uma das imagens que melhor retrata o nosso país, o epíteto 'Brasil: país do futebol' merece uma investigação mais cuidadosa. Ele contém uma expressiva força simbólica que contribuiu para a construção da nossa identidade. Internamente o utilizamos, quase sempre, com um viés positivo, como uma maneira de nos sentirmos membros de uma nação singular, mais alegre – mesmo diante de evidências que nos levam a especular ser essa singularidade mais global do que se imagina, e ainda diante da diminuição do impacto que as vitórias e as derrotas da nossa seleção vêm trazendo para a sociedade. Observemos, no entanto, que esse epíteto é utilizado às vezes como algo negativo, querendo significar que este não é um país sério, que tudo acaba em samba e futebol. Mas vou me ater aqui a seu uso de forma positiva, já que ele seria o mais frequente.

Nesse sentido, soaria até here-sia perguntar: somos mesmo o país do futebol? Certamente os meios de comunicação de massa dedicam ao futebol um espaço considerável. É um dos assuntos mais discutidos nas segundas-feiras após partidas importantes do campeonato brasileiro. E o que dizer de nosso envolvimento em época de copas do mundo? Uma intensa manifestação coletiva, sem dúvida.

Mas é certo também que isso ocorre em outras nações. A Itália e a Argentina também não seriam 'países do futebol'? O comportamento da mídia, dos aficionados e da população de uma forma geral não seria semelhante ao que ocorre no Brasil? A mobilização de uma nação por meio do esporte não é exclusividade brasileira. Nos Estados Unidos, por exemplo, país que se orgulha de seu sistema político, econômico e educacional, presenciamos a difusão de três modalidades esportivas: o basquete, o futebol americano e o beisebol (sem contar com o hóquei no gelo, muito difundido no norte da sua costa leste). A televisão e os jornais americanos dedicam um espaço enorme aos eventos esportivos. Nem por isso os norte-americanos se referem a si mesmos como o país do beisebol, do basquete ou do futebol americano.

Essas evidências nos levam a concluir que a ideia do 'país do futebol' foi uma 'construção' histórica que teve um papel importante na formação da nossa identidade. Não negamos a sua força nem sua eficácia simbólica, mas começamos a questionar o papel dessa representação na virada do século, bem como a atual intensidade de seu impacto no cotidiano brasileiro.

Se a paixão pelo futebol é um fenômeno que ocorre em diversos países do mundo, o que nos diferencia seria a forma como nos utilizamos dele para construirmos nossa identidade e conquistas em competições internacionais. Observemos, no entanto, que ser um aficionado não significa necessariamente se valer do futebol como metáfora do país.

Muitas celebrações não transcendem o universo esportivo: elas fazem parte do espetáculo e do cotidiano dos que acompanham o futebol. Atualmente, em época de Copa do Mundo, por exemplo, temos a nítida sensação de que aqueles que acompanham o futebol no dia a dia encaram a competição como um expressivo evento esportivo, certamente emocionante e de qualidade superior devido ao alto nível técnico dos jogadores que compõem as seleções, mas não fazem da seleção a 'pátria de chuteiras'. Hoje observamos que muitos torcedores preferem ver o seu time ser campeão brasileiro ou da Taça Libertadores do que a seleção ganhar uma Copa do Mundo.



Tratamento heterogêneo

Ainda assim, é em períodos de copas do mundo que o epíteto 'Brasil: país do futebol' ganha uma dimensão mais intensa. Chamo a atenção, porém, para o fato de que mesmo aqui as narrativas jornalísticas em torno da seleção já não tratam de forma homogênea o futebol como metonímia da nação. Se a derrota na final para o Uruguai em 1950 e a conquista do tricampeonato em 1970 foram interpretadas como derrota e vitória de projetos de nação brasileira, as vitórias em 1994 e 2002 e a derrota na final para a França em 1998 (e também nas quartas-de-final em 2006 e 2010) não transcenderam o terreno esportivo e foram comemoradas e sofridas como vitórias e derrotas esportivas.

A Copa do Mundo possui uma estrutura narrativa que estimula os nacionalismos. O encanto da competição encontra-se justamente no fato de 'fingirmos' acreditar que as nações estão representadas por 11 jogadores. O futebol não é a nação, mas a crença de que ele o é move as paixões durante um Mundial. Mas ao compararmos a situação atual com a carga emocional de 1950 e 1970, especulamos sobre a possibilidade de estarmos assistin-

do a um declínio do interesse pelo futebol como emblema da nação.

Parte dessa especulação foi mais bem elaborada no artigo 'O declínio da pátria de chuteiras: imprensa, futebol e identidade nacional na Copa do Mundo de 2002', que escrevi junto com Antonio Jorge Gonçalves Soares. Nessa ocasião, analisamos as matérias do *Jornal do Brasil* durante o evento e concluímos que, apesar de o futebol ainda operar como um mecanismo integrador/totalizador, seus agentes não mais trabalham no sentido dessa associação, de modo claro e consciente como nas décadas de 1950, 1960 e 1970.

O 'país do futebol' foi uma 'construção' social realizada por jornalistas e intelectuais em um momento de consolidação do 'estado-nação', acompanhada por formulações acadêmicas sobre a sociedade. Foi a partir dos anos 1930 que se apresentaram novas formas de conceituar o

país. Se antes, pelas lentes de um acadêmico como Francisco de Oliveira Vianna (1883-1951), a miscigenação racial era vista como uma explicação para o 'atraso' do país, a partir da obra clássica de Gilberto Freyre (1900-1997) *Casa Grande e Senzala*, a mistura passa a ser entendida como um valor positivo e força maior da população brasileira.

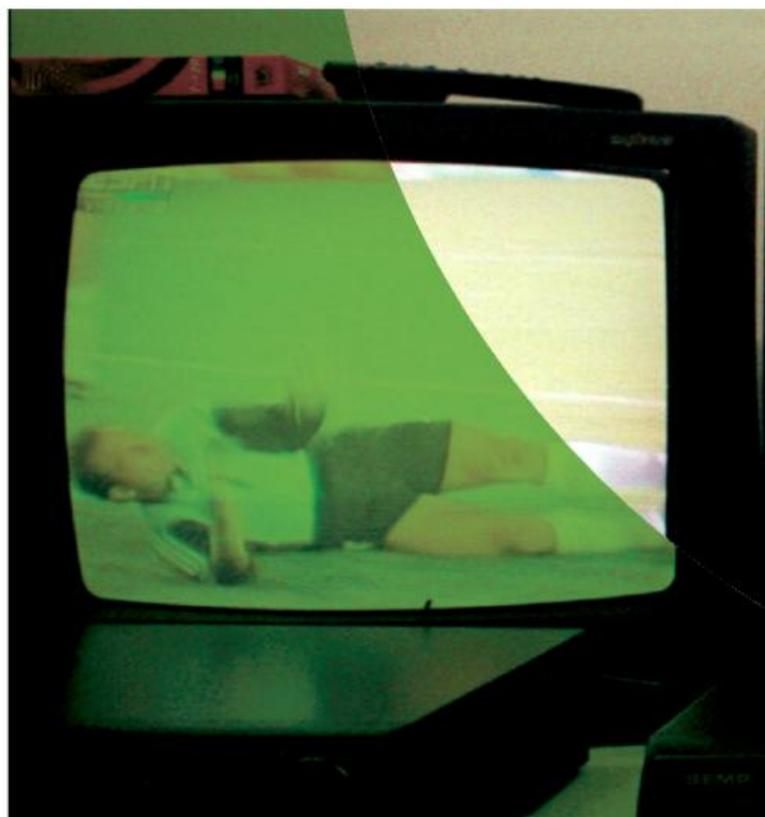
Dentro do projeto nacionalista e integracionista do Estado Novo, essa forma de entender a cultura se consolida no país. Nesse sentido, Mário Filho (1908-1966), um dos fundadores do jornalismo esportivo no Brasil, foi fundamental para o uso do futebol como um meio de se 'construir' uma ideia de nação. Filho era amigo de Freyre, que prefaciou sua obra mais conhecida, *O negro no futebol brasileiro*, em que a junção do futebol com a nação se torna mais evidente. Freyre, por sua vez, escreve em sua coluna no *Diário de Pernambuco* (18/06/1938), '*Foot-ball mulato*', artigo fundamental para a simbologia do futebol. Nesse texto, Freyre louva a miscigenação racial e afirma que ela funda certo estilo de jogo que seria típico do Brasil – uma tal "dança dionisíaca", que tempos depois se convencionou chamar de 'futebol-arte'.

Freyre e Filho foram agentes fundamentais do sucesso da 'construção' do 'país do futebol'. A eficácia dessa construção, ainda que a problematizemos aqui, pode ser verificada até os dias de hoje, principalmente no momento em que o país se prepara para sediar a Copa.

O que reitero aqui é que, ao contrário de décadas atrás, hoje seria lícito perguntar se o Brasil estaria deixando de ser o 'país do futebol'. Em artigo escrito em parceria com César Gordon Junior, '*A crise do futebol brasileiro: perspectiva para o século 21*', suspeitamos que a tendência da globalização da cultura em curso, que teve nos esportes um veículo de encontro, de apropriações entre os diferentes estados-nações, estaria transformando a identidade nacional, sintetizada como narrativa homogênea na 'pátria de chuteiras'.

O jogador que veste a camisa nacional também representa clubes da Europa, além de empresas multinacionais. As marcas empresariais estão amalgamadas com o fenômeno esportivo. Neymar, por exemplo, pode ser ídolo de brasileiros, mas também de espanhóis. As camisas e os produtos associados a ele são vendidos em todas as partes do mundo. A televisão transmite em tempo real um jogo do Barcelona para todos os continentes.

Esse processo de desterritorialização do ídolo e do futebol cria um novo processo de identidade cultural. Ao se enaltecer o futebol como um produto a ser consumido em um mercado de entretenimento cada vez mais diversificado, sem um projeto que o articule a tais instâncias mais inclusivas, o que se consegue é esgarçar



cada vez mais o vínculo estabelecido em décadas passadas, sob a influência de Gilberto Freyre e de Mário Filho.

As vitórias e derrotas da seleção em copas do mundo produzem celebrações e tristezas coletivas. No entanto, não são mais vividas como vitórias ou derrotas de um projeto de nação brasileira. Nesse sentido, não somos mais o 'país do futebol' como décadas atrás e a seleção não é mais a 'pátria de chuteiras' nos moldes colocados por Nelson Rodrigues. Isso não é ruim, nem bom. Simplesmente é. E pode ser também o resultado do processo de consolidação da democracia e da organização da sociedade civil no país.

Ópio de quem? Especulo também sobre a relação de causa e efeito entre futebol, política e eleições, que sempre vem à tona em época de Copa do Mundo. Governos autoritários já se utilizaram do futebol para fins políticos, como o Brasil em 1970 e a Argentina em 1978. Porém, o uso desse esporte com tais propósitos nem sempre foi eficaz. Mesmo após a conquista do tricampeonato em 1970, o partido da oposição – o então MDB – venceu as eleições de 1974.

A equação futebol-política não se sustenta diante das evidências. O futebol é o 'ópio do povo' porque paramos para ver o Brasil na Copa? Então seria o ópio das elites também, já que elas também param nesse perío-



FOTO GUILHERME MARANHÃO/SOLAPRES

do. Sem contar que em vários países ocorre o mesmo. Se seguirmos com a ideia de que esse esporte ‘narcotiza’ a população porque não se pensa em outra coisa em tempos de Copa, temos que admitir então que o sexo, as novelas, o carnaval, a praia e o chope com os amigos também seriam ‘ópio do povo’. Ou se pensa em política quando fazemos sexo? Isso não significa que o resultado final de uma Copa afete as eleições presidenciais no Brasil. As últimas evidências – 1998, 2002, 2006 e 2010 – têm demonstrado que não.

No artigo ‘Salve a seleção! Mídia, identidade nacional e Copa das Confederações 2013’, escrito em parceria com Álvaro do Cabo e Carmelo Silva, questionamos o que poderiam indicar a vitória da seleção na Copa das Confederações e as manifestações populares, considerando que a competição é vista como um ‘ensaio geral’ para a Copa do Mundo. O raciocínio simplista que acredita que quem protesta durante o evento não gosta de futebol é frágil e não se sustenta após uma análise mais criteriosa. Uma coisa não exclui a outra.

Se o futebol foi um dos fatores primordiais de integração nacional, sendo a seleção motivo de orgulho e identificação para os brasileiros, qual seria o seu papel no século 21? Continuar resgatando sentimentos nacionalistas por meio das atuações da seleção ou estimulá-los despertando a população para a crítica política?

O torcedor de Copa ainda conserva seu ‘nacionalismo quadrienal’, atrelado à seleção e, dentre os países que foram sedes de mundiais, o Brasil foi o que vendeu ingressos mais rapidamente e aquele em que os habitantes compraram o maior percentual das entradas.

De qualquer modo, a ‘pátria de chuteiras’ perdeu muito da antiga carga simbólica e, nesse sentido, a sentença de Hugo Lovisolo mencionada no início do artigo continua mais viva do que nunca: “A pátria calça chuteiras cada vez menores”. 

Sugestões para leitura

- HELAL, R.; CABO, A. E SILVA, C. ‘Salve a seleção! Mídia, identidade nacional e Copa das Confederações 2013’, em HELAL, R. e CABO, A. *Copas do Mundo: Comunicação e identidade cultural no país do futebol*. Rio de Janeiro: EdUERJ/CNPq, 2014.
- HELAL, R. e SOARES, A. J. G. ‘O declínio da pátria de chuteiras: imprensa, futebol e identidade nacional na Copa do Mundo de 2002’, em FIGUEIREDO, V. L. F. de; GOMES, R. G. e PEREIRA, M. (Orgs.). *Comunicação, representação e práticas sociais*. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2004, p. 257-277.
- GORDON JR., C. e HELAL, R. ‘A crise do futebol brasileiro: perspectiva para o século XXI’, em *Eco-Pós*. Rio de Janeiro, UFRJ, v. 5, n. 1, p. 37-55, 2002.

MOSQUITO DA MALÁRIA

Genoma

Élgion Loreto

Departamento de Biologia, Universidade
Federal de Santa Maria (RS)

Oswaldo Marinotti

Departamento de Biologia Molecular e
Bioquímica,
Universidade da Califórnia Irvine
(Estados Unidos)

Arnaldo Zaha

Departamento de Biologia Molecular e
Biotecnologia,
Centro de Biotecnologia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Ana Tereza Vasconcelos

Laboratório de Bioinformática,
Laboratório Nacional de Computação
Científica (Petrópolis, RJ)

O mosquito *Anopheles darlingi* é o principal agente transmissor da malária nas Américas (figura 1). Embora essa doença esteja atualmente sob controle na maior parte do continente, ainda há extensas áreas onde é endêmica e, a cada ano, são registrados cerca de 1 milhão de novos casos. A metade dos diagnósticos ocorre no Brasil, principalmente na região amazônica. Causada por protozoários do gênero *Plasmodium*, a malária é uma doença grave que pode ser fatal se não tratada.

A espécie *Anopheles darlingi* (mosquito-prego) ocorre do sul do México até o Paraguai e o norte da Argentina, mas sua importância como transmissor da malária é maior nos países da bacia amazônica. Pode transmitir as três espécies de *Plasmodium* encontradas no Brasil: *P. vivax*, *P. falciparum* e *P. malariae*. As larvas desse mosquito crescem em locais com água limpa e parada, e o inseto se adapta facilmente a áreas modificadas por humanos. Seus hábitos de vida variam bastante em diferentes regiões, e pouco se sabe sobre muitos aspectos de sua ecologia.

A malária ainda é uma das doenças que causam mais mortes em todo o mundo, em especial na África. No Brasil, em 2011, segundo dados do Ministério da Saúde, ocorreram em torno de 267 mil casos, com mais de 4,9 mil internações e 69 mortes. Os impactos dessa enfermidade e os custos decorrentes de seu tratamento e combate levam pesquisadores de diversos países a buscar formas de prevenção e controle. Uma das estratégias é dificultar sua transmissão, que no Brasil e em outras nações amazônicas é feita basicamente pelo mosquito *Anopheles darlingi*. Esse mosquito vem sendo muito pesquisado, nos últimos anos, e um projeto brasileiro trouxe uma contribuição preciosa: o sequenciamento do genoma e a identificação dos genes da espécie.

decifrado

Considerando a importância desse mosquito na transmissão da malária, a Rede Genoma Brasileiro (BR-GENE) decidiu decodificar seu genoma, e o resultado desse estudo foi publicado no ano passado em um artigo científico. A identificação dos genes, dos elementos repetitivos presentes nesse genoma e das regiões do DNA que exibem variações em uma população de mosquitos (chamadas de polimórficas) abre possibilidades para aumentar o conhecimento sobre a biologia do inseto e, com isso, buscar novas estratégias para evitar a disseminação da doença.

Quebrar e remontar Sequenciar e analisar um genoma completo não é tarefa rápida nem fácil. De início, o DNA da espécie estudada é isolado e, usando enzimas que atuam como ‘tesouras’, ou impactos mecânicos (como o ultrassom), essa longa molécula é fracionada em milhares de pequenos fragmentos cujas extremidades contêm trechos que se sobrepõem (figura 2). A coleção desses fragmentos é denominada ‘biblioteca’. Em seguida, as sequências das bases (ou nucleotídeos) que

compõem cada fragmento são determinadas por equipamentos especiais, os sequenciadores de DNA. As bases – adenina (A), citosina (C), timina (T) e guanina (G) – são as unidades estruturais do genoma.

Conhecidas as sequências de todos os fragmentos, potentes programas de computador as comparam, ‘encaixam’ os trechos que se sobrepõem e montam o enorme quebra-cabeça, ‘reconstruindo’ a sequência genética dos cromossomos. Cada cromossomo é formado por uma grande molécula de DNA. Montar a sequência do DNA de um cromossomo inteiro é um ideal nem sempre alcançado. Por vezes, ficam algumas ‘falhas’, porque não foi possível montar essas partes. Quando isso acontece, o melhor que se consegue obter é a montagem de grandes blocos de sequências de DNA, chamados de *contigs*, que correspondem a pedaços dos cromossomos.

Na fase seguinte, com ajuda de outros programas de computador, procuram-se, nos *contigs* onde estão os genes, ou seja, as sequências de DNA que contêm a informação para a síntese de proteínas, RNAs transportadores, RNAs ribossômicos ou RNAs para outras funções. Os

>>>

RNAs são sequências com menor número de bases, similares ao DNA, nas quais a base uracila (U) substitui a timina, e que exercem variadas funções nas células. Nessa fase, chamada de anotação, os pesquisadores olham com cuidado cada um desses genes, comparam com genes já estudados em outros organismos e anotam, na sequência de DNA, onde começa o gene, que partes o compõem, qual sua provável função etc.

O genoma 'montado e anotado' fica à disposição em bancos públicos de genes e genomas (como o internacional GenBank). Qualquer instituição ou indivíduo pode ter acesso e esses bancos de dados e usar em suas pes-

FOTO DE PHIL LOUNIBOS/US



Figura 1. O mosquito *Anopheles darlingi* é o principal vetor da malária no continente americano, em especial nos países da bacia amazônica

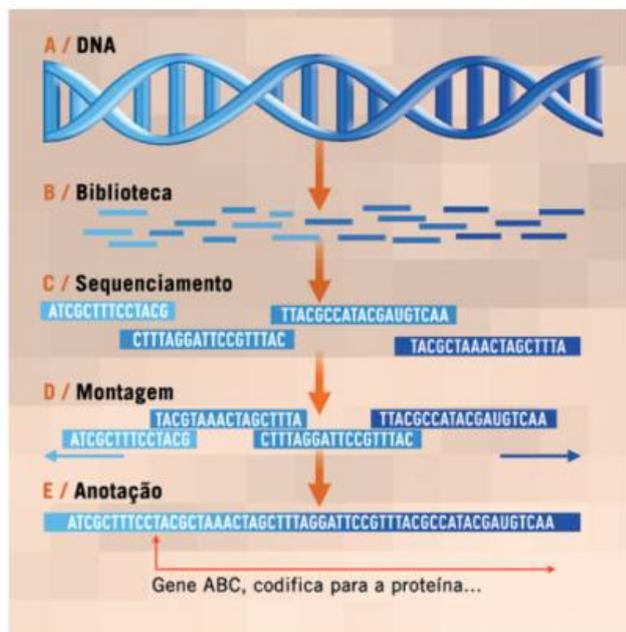


Figura 2. Etapas de um projeto genoma: o DNA do organismo a ser estudado é isolado (A) e fracionado, gerando uma biblioteca de fragmentos (B). As sequências de bases dos fragmentos são determinadas com sequenciadores de DNA (C) e computadores reconhecem sobreposições nos fragmentos sequenciados e montam a sequência completa (D). Então, com auxílio de outros programas de computação, são localizados os trechos que correspondem aos genes e a outros elementos, e sua posição na sequência do genoma é anotada (E)

quisas as informações sobre o DNA de diferentes espécies. A fase de anotação e análise, além do trabalho dos pesquisadores da rede, contou com a colaboração importantíssima de pesquisadores de seis diferentes instituições norte-americanas. Ao longo do processo de sequenciamento e análise do genoma de *A. darlingi*, os pesquisadores se reuniram algumas vezes em Petrópolis (RJ), mas, além disso, trocaram muitas mensagens e arquivos pela internet.

A Rede Genoma Brasileiro, iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, é composta por 35 laboratórios, em 16 estados, e coordenada pelo Laboratório de Bioinformática do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), equipado com sequenciadores de DNA de nova geração e computadores capazes de fazer a montagem e a análise dos genomas.

Mais de 10 mil genes A montagem do genoma do *A. darlingi* resultou em sequências que totalizam 174 milhões de pares de bases (174 Mb). Diz-se 'pares' de bases porque essas unidades se organizam, no DNA, em pares específicos (adenina com timina, citosina com guanina). A anotação das sequências permitiu identificar 10.481 genes com códigos para produção de proteínas, 346 genes de RNAs transportadores e cerca de 12 mil elementos transponíveis (os transposons), capazes de mudar de posição dentro do genoma.

Ao comparar esses resultados com os genomas de dois outros mosquitos, *Anopheles gambiae* (transmissor da malária na África) e *Aedes aegypti* (transmissor da dengue e da febre amarela), constatou-se que o genoma de *A. darlingi* é em torno de 37% menor que o de *A. gambiae* e tem apenas 13% do tamanho do DNA de *A. aegypti* (figura 3). Entretanto, as três espécies apresentam número similar de genes, embora os tamanhos destes sejam diferentes em cada uma. Em geral, os genes em *A. darlingi* são menores, pois o tamanho das regiões não codificantes presentes nos genes (os chamados íntrons) é menor. Além disso, a fração do genoma ocupada por sequências repetitivas, como os transposons, é bem menor em *A. darlingi*.

Diferentemente de outros mosquitos que podem ser criados em laboratório, *A. darlingi* até o momento só pode ser obtido na natureza. Portanto, seu genoma foi montado a partir do DNA extraído de 1.884 mosquitos, machos e fêmeas, coletados em Coari (AM). A coleta foi realizada pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

Montar o genoma de uma linhagem criada em laboratório é mais fácil, pois pode-se partir de linhagens cruzadas umas com as outras e, portanto, geneticamente mais homogêneas. Quando se monta o genoma a partir do DNA de um conjunto de organismos retirados direta-

mente da natureza, a diversidade natural de sequências nessa população (ou seja, sua diversidade genética) dificulta muito o processo de montagem. Essa dificuldade, porém, foi revertida em um banco de dados de imenso valor, pois foram identificados mais de 10 milhões de sítios variáveis (locais do DNA) que podem ser usados em futuros estudos que envolvam a diversidade genética da espécie.

Entre os 10.481 genes identificados no genoma do *A. darlingi*, alguns são relevantes para entendermos as características desse mosquito como transmissor da malária. Genes envolvidos no sistema quimiossensorial, por exemplo, são essenciais para que os insetos encontrem seu alimento ou seus hospedeiros, para a escolha do parceiro sexual, para evitar predadores, escolher os locais onde põem ovos ou evitar compostos tóxicos. Foram encontrados 18 genes de receptores de odor, 17 genes de receptores gustativos e 14 genes para receptores de canais iônicos (que permitem a passagem, pelas membranas, de íons importantes para o metabolismo). Outros 37 genes relacionados ao sistema quimiossensorial foram identificados.

Os genes que codificam as proteínas expressas nas glândulas salivares do mosquito também são importantes, já que uma fase do ciclo de vida do *Plasmodium*, o protozoário causador da malária, ocorre nessas glândulas. Foram identificados 183 genes expressos nas glândulas salivares. Essa identificação é valiosa para futuros estudos sobre interações do parasita com as glândulas salivares do mosquito, que podem trazer avanços nas estratégias de controle da transmissão da malária.

Os hábitos diários dos mosquitos, como o período do dia em que sugam sangue, voam, põem ovos etc., têm uma base genética. São comportamentos regulados pelos genes do ritmo circadiano. Em *A. darlingi*, são relatadas diferenças nos hábitos diários em populações de locais geograficamente separados. Os cinco principais genes que definem o ritmo circadiano, já descritos em insetos, foram identificados no genoma de *A. darlingi* e poderão, agora, ser analisados para que as diferenças de ritmo entre populações sejam entendidas.

Um problema no controle de insetos vetores de doenças é o desenvolvimento de resistência a inseticidas. Até o momento, apenas um caso de *A. darlingi* resistente a inseticidas foi registrado, mas dados observados nos programas de controle de outros mosquitos sugerem que o fenômeno provavelmente se tornará mais frequente nessa espécie. No genoma de *A. darlingi*, foram identificados 139 genes, em três diferentes famílias gênicas relacionadas à resistência a inseticidas.

O sistema imunológico dos mosquitos desempenha um papel crucial em sua capacidade de transmitir a malária e outras doenças. Esses insetos têm três principais sistemas de resposta imune. No total, foram identificados 22 genes desses sistemas.

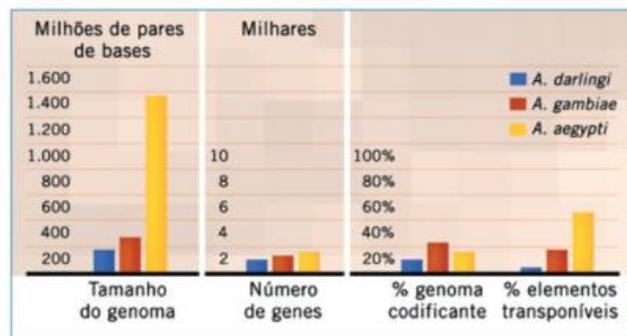


Figura 3. Comparação dos genomas de *Anopheles darlingi*, *Anopheles gambiae* e *Aedes aegypti* quanto ao tamanho (em milhões de pares de bases, ou megabases), ao número de genes, ao percentual do genoma que corresponde a genes e à parte composta por elementos transponíveis

Estudos facilitados A análise e caracterização do genoma de *A. darlingi* já foi, em si, um grande avanço para o entendimento dessa espécie. Vale salientar, porém, que o fato mais significativo é o de que esse genoma montado e anotado se tornou publicamente disponível. Questões relacionadas à capacidade de transmissão da malária, hábitos de vida em proximidade com os humanos, alimentação com sangue e resistência a inseticidas podem ser estudadas com mais facilidade, uma vez que os diversos genes envolvidos nessas características são agora conhecidos.

De fato, pesquisadores brasileiros de vários estados, entre eles São Paulo, Rio de Janeiro, Amazonas, Rondônia e Minas Gerais, já estão utilizando as informações derivadas do sequenciamento do genoma de *A. darlingi* em busca de avanços no conhecimento da biologia desse mosquito. Essas e outras pesquisas reunirão valiosas informações, que poderão levar a novas estratégias para reduzir a incidência da malária no continente sul-americano.

Sugestões para leitura

- HIWAT, H. e BRETAS, G. 'Ecology of *Anopheles darlingi*. Root with respect to vector importance: a review', em *Parasites & Vectors*, v. 4, p. 177, 2011.
- KRETTLI, A. U.; AGUIAR, A. C. C.; SOUZA, N. B.; CHAVES, K. M.; FONTES, C. J. e TAUIL, P. L. 'Malária fora da Amazônia', em *Ciência Hoje*, v. 51, nº 305, p. 32, 2013.
- MARINOTTI, O.; CERQUEIRA, G. C.; DE ALMEIDA, L. G. P.; FERRO, M. I. T.; LORETO, E. L. S.; ZAHA, A. e outros. 'The Genome of *Anopheles darlingi*, the main neotropical malaria vector', em *Nucleic Acids Research* 41 (doi:10.1093/nar/gkt484, on-line first, 2013).

NA INTERNET

Laboratório de Bioinformática, LNCC – www.labinfo.lncc.br/index.php/anopheles-darlingi
 Portal da Saúde/ Boletim Epidemiológico da Malária – http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/index.cfm?portal=pagina.visualizarTexto&codConteudo=10252&codModuloArea=783&chamada=boletim-epidemiologico-da-malaria_-2013

RESÍDUO INDUSTRIAL

No lixo doméstico é fácil encontrar materiais reaproveitáveis, como papéis, latas de refrigerante, garrafas plásticas e outros. Mas quando se trata de lixo industrial, em particular os rejeitos químicos, o reaproveitamento é muitas vezes impossível. O que fazer com esses resíduos? Eles precisam ser estocados com segurança em locais apropriados, para evitar a contaminação ambiental, mas nem sempre isso acontece. O hoje desativado Centro Tecnológico de Resíduos é um exemplo.

Toda indústria gera rejeitos, que podem ou não ser tóxicos. Os resíduos variam conforme o tipo de indústria: são diferentes, por exemplo, em metalúrgicas, fábricas de alimentos e empresas farmacêuticas. No entanto, seja qual for o tipo de rejeito, é de responsabilidade de cada indústria dar a ele um destino adequado. Nenhuma fábrica pode despejar seu lixo em qualquer lugar, pois este pode ser altamente nocivo para o ambiente. Um caso especial é o das indústrias químicas, cujos rejeitos podem conter elementos e substâncias capazes de contaminar o solo e as águas naturais.

Entre os componentes perigosos do lixo das empresas do setor químico estão os metais tóxicos (chumbo, mercúrio, cádmio e outros), que ganharam o adjetivo porque, em excesso, causam danos à natureza e à saúde humana. Cabe lembrar que muitos desses metais ocorrem nos solos e são essenciais para animais e plantas, mas acima de certos limites tornam-se prejudiciais, ameaçando a qualidade de vida.

O número de áreas contaminadas por metais tóxicos, no Brasil e no mundo, é muito grande. Esses metais, se descartados de maneira inadequada, acumulam-se nos solos, de onde podem atingir as águas, os seres vivos e a

Maria Carla Barreto Santos

*Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense*

John Edmund Lewis Maddock

*Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense*

Luiz Carlos Bertolino

Centro de Tecnologia Mineral

Ricardo Erthal Santelli

*Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense*

Ricardo Soares

Instituto Estadual do Ambiente – INEA



ONDE DEPOSITAR?

Tambor com resíduos semienterrado no terreno do antigo Centres

população humana que vive na área afetada, causando sérios problemas de saúde pública.

O caso do Centres A necessidade de disposição apropriada para diferentes tipos de lixo industrial levou ao surgimento de empresas especializadas em tratar esses resíduos. Elas os recebem e se responsabilizam por sua armazenagem, mas nem sempre seguem as normas legais referentes à atividade. O exemplo estudado por nosso grupo é o Centro Tecnológico de Resíduos (Centres), instalado em 1988 à margem da rodovia Presidente Dutra, no município de Queimados (RJ), e hoje desativado (figura 1).

O Centres deveria funcionar como pátio temporário de estocagem de resíduos, mas, de 1988 a 1998, recebeu grande volume de rejeitos perigosos e os armazenou de maneira inadequada, mantendo-os a céu aberto. Diversas indústrias (mineradoras, companhias aéreas, empresas farmacêuticas e de eletroeletrônicos e outras) encaminharam resíduos ao Centres, buscando um tratamento correto, em uma atitude que pode ser considerada prudente. No entanto, fiscalizações realizadas após a implantação da Secretaria Municipal de Urbanismo

e Meio Ambiente de Queimados flagraram falhas cometidas pelo centro de estocagem.

A primeira falha era a localização em um bairro residencial, onde só podem existir pequenas indústrias e não as que oferecem perigo, segundo o Código de Obras do município. Outra falha ocorreu na sinalização e na segurança: a área, com apenas uma cerca de arame farpado, podia ser facilmente invadida. Acima de tudo, os rejeitos estavam em tambores de 200 litros e a céu aberto, diretamente no solo, sem qualquer proteção, o que facilita o vazamento do material tóxico e a contaminação ambiental. Os tambores também não tinham identificação, ou seja, os funcionários da empresa não poderiam saber rapidamente qual tipo de material que cada um continha.

Na época da instalação do centro, um Relatório de Impacto Ambiental (Rima) foi elaborado e apresentado à Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (atual Instituto Estadual do Ambiente – Inea). O relatório dizia que resíduos orgânicos perigosos ou inflamáveis não poderiam ser recebidos no local. Segundo o projeto original, a presença dos resíduos seria temporária, mas a área se tornou um pátio de estocagem permanente.

FOTO: MAPIA, CARLA BARRETO SANTOS

>>>

No Centres funcionava também a empresa de Engenharia e Administração de Resíduos (Saniplan), que manipulava resíduos industriais. Em 1998, as instalações da Saniplan foram interditadas. Denúncias de vazamentos levaram à instauração de inquérito, originando processo criminal contra a empresa por contaminação e poluição industrial. Mas ainda existem, enterrados no local, segundo informações do Grupo de Defesa Ambiental, organização não governamental responsável pelo local desde a interdição até 2009, e de funcionários da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente de Queimados, duas toneladas de resíduos industriais não identificados.

Solo contaminado O solo deve “servir como meio básico para a sustentação da vida humana e ecológica; manter o ciclo da água e dos nutrientes; servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo; proteger as águas superficiais e subterrâneas; e constituir fonte de recursos minerais”, segundo diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

A presença de metais tóxicos em altas concentrações pode comprometer essas funções. Ao chegar ao solo, esses metais podem sofrer reações, associando-se a componentes orgânicos e inorgânicos, o que, em muitos casos, aumenta sua mobilidade nesse ambiente altamente dinâmico. Normalmente, os metais tóxicos acumulam-se na camada superior do solo, onde estão as raízes das plantas, e podem ser absorvidos por estas. No entanto, podem também atingir o lençol freático, e por este chegar aos rios e poços que abastecem habitações humanas.

Certas características no solo podem sugerir se este é favorável ou não à concentração de metais. Entre elas, destaca-se a granulometria, ou seja, o tamanho dos grãos que compõem os solos, diferenciando-os em areia, argila ou silte.

Solos arenosos são aqueles em que predomina a areia, composta por grãos visíveis a olho nu e sem coesão entre eles: são separados facilmente uns dos outros. Por isso, tais solos têm alta permeabilidade (facilidade de infiltração). Já os argilosos têm grãos microscópicos fortemente aderidos. São, portanto, de baixa permeabilidade, com grande capacidade de retenção de água (por isso são os





Figura 2. Imagem atual do local onde ficava o Centres, em Queimados (RJ)

FOTO: MARA CARLA BARRETO SANTOS

que mais retêm metais tóxicos). Por sua vez, os solos siltosos são intermediários entre a areia e a argila. Os grãos são minúsculos, como a argila, mas não têm boa coesão, como a areia.

Para saber os tipos de solo existentes na área de depósito dos resíduos, foram feitas análises em vários pontos do Centres. Em 85% das amostras, foi encontrado solo arenoso, que facilita a penetração de água e, em consequência, a movimentação sob a superfície de substâncias líquidas contendo metais. Essa predominância pode favorecer o transporte de metais tóxicos até o lençol freático. As outras amostras revelaram solo argiloso, com maior capacidade de retenção de metais.

Também foram realizadas medições das concentrações de algumas substâncias químicas perigosas. Amostras de 1 kg de solos foram coletadas em sete pontos com profundidade de zero a 10 cm (camada superficial), e em cinco deles os valores detectados ficaram acima dos limites para os solos definidos pelo Conama (Resolução nº 420) e acima do valor de referência da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (Cetesb). Os teores medidos na área onde funcionou o Centres variaram entre 14,10 a 313,72 mg/kg para chumbo; 0,46 a 2,41 mg/kg para cádmio; 10,73 a 124,09 mg/kg para cromo; 2,79 a 94,28 mg/kg para cobre; 2,73 a 366,56 mg/kg para níquel; 13,83 a 515,66 mg/kg para zinco. Observou-se maior concentração dos metais nos pontos 5, 6 e 7 por estarem situados em uma área rebaixada no terreno, facilitando o escoamento de material tóxico até tais pontos.

População em risco Situado em área periférica de Queimados, o bairro de Santo Expedito não tem pavimentação adequada nem coleta de esgoto. A maior parte da população, estimada em 2 mil habitantes, usa poços artesianos para obter água, já que não há um abastecimento público eficiente.

A fiscalização pelo poder público de depósitos de rejeitos químicos é de extrema importância, para evitar situações graves como as constatadas no Centres. Hoje, parte dos tambores com resíduos foi retirada do local (figura 2), mas a contaminação permanece. O lixo tóxico produzido por indústrias precisa ter destino certo e seguro, e não ser despejado em qualquer lugar. Somente assim será possível tornar nossas metrópoles sustentáveis (ver 'Metrópole sustentável: é possível?', em *CH* nº 279), que se responsabilizam pelos seus resíduos, industriais ou não. **R**

Sugestões para leitura

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. – Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

RESENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F.; CURI, N.; REZENDE, M. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: NEPUT, 1995. p. 13-75.

RIBEIRO FILHO, M. R. Metais pesados em solos de áreas de rejeito da industrialização de zinco. Dissertação de mestrado. Lavras: UFLA. 1997.



LIXO ELETROELETRÔNICO

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (lixo eletroeletrônico) são, por definição, produtos que têm componentes elétricos e eletrônicos e que, por razões de obsolescência (perceptiva ou programada) e impossibilidade de conserto, são descartados pelos consumidores. Os exemplos mais comuns são equipamentos de informática e telefonia e televisores, mas a lista inclui eletrodomésticos, equipamentos médicos, sistemas de alarme, automação e controle e até brinquedos.

Obsolescência programada é a decisão intencional de fabricar um produto que se torne obsoleto ou não funcional após certo tempo, para forçar o consumidor a comprar uma nova geração desse produto. Já a obsolescência perceptiva é uma forma de reduzir a vida útil de produtos ainda funcionais. Nesse caso, são lançadas novas gerações com aparência inovadora e pequenas mudanças funcionais, dando à geração em uso aspecto de ultrapassada, o que induz o consumidor à troca.

Isso ocorre no setor da moda, que se modifica para estimular a frequente aquisição de novas peças. O lan-

çamento de novas versões de celulares, aparelhos de som e computadores também é comum – o constante avanço da tecnologia reduz cada vez mais a vida útil dos eletroeletrônicos (ver 'Obsoletos precoces').

O lixo eletroeletrônico é mais um desafio que se soma aos problemas ambientais da atualidade. O consumidor raramente reflete sobre as consequências do consumo crescente desses produtos, preocupando-se em satisfazer suas necessidades. Afinal, eletroeletrônicos são tidos como sinônimos de melhor qualidade de vida, e a explosão da indústria da informação é uma força motriz da sociedade, oferecendo ferramentas para rápidos avanços na economia e no desenvolvimento social. O mundo globalizado impõe uma constante busca de informações em tempo real, e a interação com novas tecnologias traz maiores oportunidades e benefícios, segundo estudo da Organização das Nações Unidas (ONU). Tudo isso exerce um fascínio irresistível para os jovens.

Dois aspectos justificam a inclusão dos eletroeletrônicos entre as preocupações da ONU: as vendas cres-



Uma questão crítica para a saúde e o ambiente

A presença de produtos eletroeletrônicos vem crescendo de forma acelerada no mundo. Telefones celulares, computadores, televisores, sistemas de som e vários outros produtos, inclusive equipamentos médicos e brinquedos, fazem parte da vida cotidiana de grande parte da população do planeta, e são a todo momento trocados por versões mais recentes.

Os aparelhos substituídos vão, quase sempre, para o lixo, gerando um problema que começa a assumir proporções dramáticas: eles contêm elementos tóxicos, e a liberação destes no ambiente ameaça os ecossistemas e a saúde humana. Este artigo apresenta um quadro atualizado dessa questão.

Júlio Carlos Afonso

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

centes, em especial nos mercados emergentes (inclusive o Brasil), e a presença de metais e substâncias tóxicas em muitos componentes, trazendo risco à saúde e ao meio ambiente. Segundo a ONU, são geradas hoje 150 milhões de toneladas de lixo eletroeletrônico por ano, e esse tipo de resíduo cresce a uma velocidade três a cinco vezes maior que a do lixo urbano.

Da produção ao descarte O que fazer com eletroeletrônicos antigos? A atualização operacional (*upgrade*) e a doação a organizações não governamentais para fins de inclusão digital são meritórias, mas apenas adiam o problema: um dia o aparelho antigo vai virar lixo.

Do ponto de vista ambiental, a produção cada vez maior e mais rápida de novos eletroeletrônicos traz dois problemas: o elevado consumo de recursos naturais para sua fabricação e a destinação final inadequada.

Estudo divulgado pela ONU, em 2004, revelou que um computador tradicional, com cerca de 20 kg, incluindo central de processamento e monitor, *mouse* e

teclado, exigia, para ser fabricado, cerca de duas toneladas de insumos (combustível, matéria-prima e, principalmente, água). Ou seja, o produto final equivale a algo como 1% dos insumos. Já para fabricar um carro ou uma geladeira, emprega-se o dobro de sua massa em recursos naturais. Assim, o primeiro grande impacto ambiental do lixo eletroeletrônico não é seu descarte, e sim a extração dos insumos para sua produção.

Os produtos eletroeletrônicos podem conter cerca de 60 elementos químicos, alguns bastante tóxicos, mas também constituem uma fonte de metais preciosos: os teores destes, nos equipamentos, podem ser até 10 vezes superiores aos encontrados nos minerais de onde são extraídos (ver 'Riscos e riquezas').

A ação de fatores climáticos (calor, frio, chuva, vento) e de micro-organismos sobre o lixo eletroeletrônico leva à liberação de elementos e compostos tóxicos nas águas naturais, na atmosfera e no solo. Portanto, o simples descarte no ambiente de um equipamento, ou pedaços não aproveitados na desmontagem, pode causar

impactos ambientais futuros. Nos aterros norte-americanos, em torno de 70% dos metais tóxicos vêm do lixo eletroeletrônico (cerca de 40%, no caso do chumbo). Além disso, descartar esse tipo de lixo é desperdiçar a oportunidade de recuperar partes recicláveis e metais de alto valor agregado, como ouro, prata, cobre etc.

Em aterros sanitários, o lixo eletroeletrônico é fonte de liberação (por reações químicas) de metais tóxicos e de retardantes de chama bromados (compostos que inibem a combustão do material ao qual são acrescentados). Isso foi comprovado em testes de toxicidade feitos com placas de circuito impresso pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. Os metais tóxicos e os retardantes de chama acumulam-se na cadeia alimentar, causando danos à saúde dos seres vivos atingidos.

Já a queima de eletroeletrônicos libera na atmosfera metais tóxicos (chumbo, cádmio e mercúrio) e outras substâncias nocivas, inclusive cancerígenas (como as dioxinas). Assim, o descarte de eletroeletrônicos no lixo urbano que é incinerado é um grave problema ambiental e de saúde pública.

RISCOS E RIQUEZAS

Vários elementos de alta toxicidade – e também alguns metais preciosos – estão entre os componentes dos diferentes eletroeletrônicos. Em 2010, sua fabricação consumiu 15% do paládio, 80% do índio, 33% do ouro, 15% do cobalto e praticamente 100% do rutênio produzidos no mundo. Nos telefones celulares, são usados 3% do ouro, 3% da prata, 13% do paládio e 15% do cobalto. Essa demanda pode levar à escassez, em curto e médio prazo, de diversos elementos: prata, ouro, índio, bismuto, cobalto, cobre, paládio, antimônio, estanho, ítrio e os conhecidos como lantanídeos.

ELEMENTOS TÓXICOS E PREJUÍZOS À SAÚDE

Bário ▶ em telas de monitores tradicionais
▶ pode causar lesões gastrointestinais, renais e cardíacas, além de hipertensão e convulsões

Chumbo ▶ em tubos de raios catódicos e soldas
▶ pode causar problemas neurológicos, renais e sanguíneos

Vanádio ▶ em tubos de raios catódicos
▶ pode causar distúrbios gastrointestinais

Bromo ▶ em retardantes de chama
▶ pode causar desordem hormonal, nervosa e reprodutiva

A destinação final dos eletroeletrônicos assume proporções preocupantes, em particular porque os países desenvolvidos, burlando a Convenção de Basileia, que regulamenta o transporte transfronteiriço de resíduos, exportam esse tipo de lixo para países da África e da Ásia, em uma pretensa 'inclusão digital' ou para 'alimentar a indústria recicladora' dessas regiões. Isso prejudica a saúde das pessoas que lidam com esse material e o ambiente, segundo relatórios de diversas organizações não governamentais e trabalhos científicos. Na Ásia e na África, a legislação ambiental é fraca ou inexistente e a fiscalização é precária.

Em Guiyu (China), os recém-nascidos tendem a apresentar baixo peso, maior teor de chumbo no sangue e outras deficiências. Em áreas de reciclagem informal da China e da Nigéria, onde é alta a contaminação de solos e plantas por elementos e compostos perigosos, a população está sujeita a efeitos tóxicos e até danos genéticos. Em duas áreas na China que recebem esse lixo, a quantidade de dioxinas e furanos a que estão expostos os trabalhadores (e também crianças, idosos e grávidas) supera os limites definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Nem países mais ricos escapam: estudos na Espanha confirmaram a maior chance de ter câncer e outras doenças perto de unidades de reciclagem, reprocessamento e incineradores.



O panorama no Brasil O mercado brasileiro de informática cresce a uma taxa de 20% a 25% ao ano, superior à média mundial. A indústria de eletroeletrônicos no país movimentou mais de 4% do produto interno bruto, colocando o país em destaque no cômputo mundial – por exemplo, é o quinto maior produtor mundial de computadores.

O Brasil produz, por ano, cerca de 3,4 kg de eletroeletrônicos por habitante, aí incluídos computadores, televisores, geladeiras, máquinas de lavar, sistemas de som e telefones fixos e celulares, segundo estimativa da Fundação Estadual do Ambiente de Minas Gerais e dos Laboratórios para a Pesquisa e Teste de Materiais da Suíça. Esses produtos compunham 1,9% do lixo urbano do país, em 2011, e a coleta seletiva só atingia 12% da população, em 2010 – dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (associação de incentivo à prática, mantida por indústrias). A Associação estima que 30% do mercado nacional do setor seja informal. Como o país ainda vive uma explosão da compra de eletroeletrônicos e pratica a passagem de equipamento usado (de 'segunda mão'), o problema do descarte tenderá a se agravar no futuro.

A entrada em vigor da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em agosto de 2010, e sua regulamentação, meses depois, abriram caminho para a organização de um sistema de gestão dos eletroeletrônicos usados. Essa política baseia-se nos conceitos de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (de toda a sociedade, da indústria ao consumidor) e na logística reversa (criação de um sistema que leve ao retorno de vários tipos de produtos – como os eletroeletrônicos – ao fabricante, quando de seu descarte, para reaproveitamento de componentes). Foi estabelecido o comitê interministerial da política nacional dos resíduos sólidos, que inclui um grupo de trabalho de resíduos perigosos, como o lixo eletroeletrônico.

OBSOLETOS PRECOSES

No Brasil, com o fim da transmissão analógica (os novos televisores de plasma e de cristal líquido já dominam o mercado), em breve, dezenas de milhões de televisores com tubos de raios catódicos (que contêm chumbo) ficarão inúteis. Estima-se que 120 milhões ainda estejam em uso, contendo em torno de 480 mil toneladas de chumbo. Já nos Estados Unidos, estima-se que, em 2010, havia 600 milhões de computadores obsoletos (em todo o mundo, mais de 3 bilhões). Além disso, são substituídos a cada ano 1,5 bilhão de celulares no mundo. Ainda nos Estados Unidos, o lixo eletroeletrônico já representa 8% do lixo das cidades.

Embora a nova legislação seja um ponto de partida, ainda há deficiências quanto a normas e tempos de adequação dos envolvidos (academia, setor produtivo, governo, consumidores). A análise (em termos ecológicos) do ciclo de vida de eletroeletrônicos no país é dificultada pela grande dispersão territorial dos agentes envolvidos na cadeia da logística reversa e pela falta de uma estrutura que a suporte. Mesmo os dados disponíveis de consumo, fabricação e vida útil média são às vezes contraditórios.

A regulação do lixo eletroeletrônico no país está ainda na infância. Em alguns estados (São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais) existe alguma legislação específica. O maior desafio é estabelecer uma coleta seletiva eficiente e um sistema de logística reversa que dê conta das diferenças regionais e da extensão territorial.

No Brasil, não é feito o processamento total de reciclagem de eletroeletrônicos, e a pesquisa no setor é muito incipiente. As empresas existentes trabalham em pequena escala e usam processos físicos para desmontar os aparelhos e separar as partes ricas em plásticos, vidros e metais. O país não tem tecnologia de processamento químico-metalúrgico das peças mais complexas (placas de circuito, tubos de raios catódicos etc.), e as exporta. Isso inibe a geração de empregos e oportunidades.

Antimônio ▶ em retardantes de chama
▶ pode causar doenças cardiovasculares, renais e gastrointestinais

Berílio ▶ em ligas antifricção
▶ pode causar edema e câncer pulmonar

Cádmio ▶ em baterias, soldas e tubos de raios catódicos
▶ pode causar danos a ossos, rins, dentes e pulmões e talvez seja cancerígeno

Mercúrio ▶ em soldas, termostatos e sensores
▶ pode causar danos neurológicos e hepáticos

TEOR MÉDIO DE METAIS PRECIOSOS NOS PRODUTOS

CALCULADORAS OURO (50 mg/kg), PRATA (260 mg/kg), PALÁDIO (5 mg/kg) e COBRE (30 mil mg/kg)

CELULARES OURO (350 mg/kg), PRATA (1,4 mil mg/kg), PALÁDIO (210 mg/kg) e COBRE (130 mil mg/kg)

COMPUTADORES (placas-mãe) OURO (250 mg/kg), PRATA (1 mil mg/kg), PALÁDIO (110 mg/kg) e COBRE (200 mil mg/kg)



O valor agregado dos produtos obtidos na manufatura reversa ainda é baixo, e a falta de incentivo direto à indústria de reciclagem é outro entrave. Por conta desse quadro, os consumidores pagam taxas de coleta e transporte dos eletroeletrônicos, para cobrir os custos de processamento. Estima-se que são reciclados no país apenas 2% desses produtos. O que não é reciclado ou exportado é descartado em aterros.

No entanto, espera-se que, com a nova política nacional e a adequação gradual de todos os envolvidos, o mercado de reciclagem de eletroeletrônicos no Brasil cresça, pois a escala de consumo viabiliza empreendimentos nesse campo.

Superação de desafios Uma resposta à geração acelerada de lixo eletroeletrônico são as leis, surgidas em países desenvolvidos, que corresponsabilizam os fabricantes pelos produtos após o fim de sua vida útil. Na Europa, com legislação mais evoluída, a intenção da política é evitar o descarte, estimular o reuso, a reciclagem e outros modos de processamento, e ainda reduzir teores de metais e componentes perigosos em produtos mais recentes. O princípio de responsabilidade estendida ao produtor (EPR, na sigla em inglês), que tira do consumidor e do governo o ônus da gestão do produto usado, foi recentemente adotado por Argentina, Brasil, Colômbia e Peru, além do Japão e da África do Sul.

É importante salientar que a existência de lei não assegura a gestão eficiente do lixo eletroeletrônico. Embora tenha a legislação mais avançada no mundo, a Europa recolhe apenas cerca de um terço dos eletroeletrônicos. O restante vai para aterros, é incinerado ou exportado ilegalmente. Nos Estados Unidos, maior gerador desse tipo de lixo, a reciclagem alcança menos de 20% dos equipamentos. Em muitos países, não há sistema oficial de coleta e controle da movimentação dos eletroeletrônicos.

A logística reversa envolve não só a coleta de produtos aproveitáveis, obsoletos ou sem serventia, mas também seu encaminhamento à reciclagem. Ela deve abranger do consumidor à indústria recicladora e garantir, ao mesmo tempo, sustentabilidade ambiental, econômica e social. Sem uma logística reversa consolidada, a cadeia de reciclagem não atinge escala viável.

Os eletroeletrônicos domésticos são uma importante fonte de lixo, e a logística reversa destes não terá sucesso sem a participação da população. É preciso moti-

var as pessoas quanto ao potencial e à viabilidade da reciclagem. Dada a diversidade social, cultural, geográfica e burocrática das populações, a logística reversa deve ser diferente em cada país. Educação e esclarecimento sobre os benefícios da reciclagem, os riscos do descarte de eletroeletrônicos no ambiente e o valor da coleta dos aparelhos usados são focos para sensibilizar os consumidores.

O Brasil, de modo geral, não tem uma cultura voltada para a logística reversa, a menos que seja movida por alguma recompensa. Em 1991, por exemplo, as latinhas de alumínio eram trocadas por um desconto na compra. Esse fato colaborou, mas, com os problemas socioeconômicos do país, recolher do lixo materiais de maior valor agregado (no caso, alumínio) se tornou um meio de subsistência – o lado ambiental ficou em um segundo plano. Reciclar alumínio permite uma economia de energia de 90% a 95%, em comparação com a obtenção do metal a partir do mineral bauxita.

A consciência é muito mais impositiva que as leis, e pode transformar uma sociedade. Hoje, a criança conhece eletroeletrônicos ao nascer: berço e brinquedos que se movem, tocam música e emitem luzes. A família e a escola, desde cedo, são decisivas para formar cidadãos atentos para a necessidade da harmonia com o meio ambiente, porque dele depende nossa sobrevivência. Não se trata de privar alguém de um produto eletroeletrônico, mas é preciso trocar de celular o tempo todo só para acompanhar a última palavra em tecnologia? Esse tipo de consumo gera uma conta ambiental desproporcional, que vai ser cobrada em algum momento.

O maior desafio no Brasil parece ser a logística reversa, ainda muito centrada em subsistência. A coleta seletiva espontânea é uma cultura muito nova. Muito esforço e incentivo devem ser feitos para que esta se torne uma rotina cultural no país. E toda a discussão aqui apresentada se refere a apenas cerca de 1% dos insumos originais convertidos em produtos eletroeletrônicos. 

Sugestões para leitura

- GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. 'Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química' em *Química Nova*, v. 35, n. 7, p. 1.486, 2012.
- HENRIQUE JÚNIOR, S. S.; MOURA, F. P.; CORREA, R. S.; AFONSO, J. C.; VIANNA, C. A.; MANTONAVO, J. L. 'Processamento de placas de circuito impresso de equipamentos eletroeletrônicos de pequeno porte', em *Química Nova*, v. 36, n. 4, p. 570, 2013.

NA INTERNET

SEBRAE – Ideias de Negócios – Reciclagem de lixo eletrônico, 2013 disponível em: <http://www.sebrae.com.br/uf/bahia/acesse/ideias-de-negocios>

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI - Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, Brasília, 2012 (disponível em http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf)



FOTO: DICÉRIO RODRIGUES

Buracos negros estão por aí, pode apostar

AFINAL, BURACOS NEGROS EXISTEM?

Buracos negros são regiões de onde nem mesmo a luz consegue escapar devido ao intenso campo gravitacional, certo? Certo. Mas, até que ponto temos certeza de que eles existem?

Antes de mais nada, os buracos negros são uma previsão direta da relatividade geral, teoria da gravitação muito mais precisa que aquela universal, idealizada pelo físico britânico Isaac Newton (1643-1727). Sem a relatividade geral, o sistema de localização global (GPS), por exemplo, não funcionaria. Além disso, cálculos computacionais cada vez mais precisos, simulando a colisão de estrelas de nêutrons, bem como o colapso de estrelas muito massivas, dão fortes evidências de que deve haver muitos buracos negros no universo.

Mas há evidências observacionais, além de teóricas? Avançamos muito desde 50 anos atrás, quando se dizia que a melhor prova da existência dos buracos negros era a de que eles nunca haviam sido observados – afinal, são negros. Uma busca na internet pelos verbetes ‘buraco negro’ e ‘sagittarius A’ nos conduz a vídeos que exibem estrelas no centro de nossa galáxia, orbitando um ‘ponto’ com quase 4 milhões de massas solares. Não há estrelas estáveis com essa massa.

Portanto, de longe, a melhor explicação para essa observação é que, no centro de nossa galáxia, há um buraco negro gigante. Trata-se de uma evidência indireta, mas convincente. Acredita-se, hoje, que, tipicamente, toda galáxia deve ter um buraco negro gigante em seu centro.

Ainda assim, os mais céticos não ficarão satisfeitos até que tenhamos evidências diretas, como a observação ‘incontestante’ de energia desaparecendo de nossa linha de visada. Afinal, isso é o que caracterizaria buracos negros: a existência de uma fronteira de não retorno – denominada horizonte de eventos –, de onde nada escapa.

Com um pouco de sorte, isso será possível em uns cinco anos, quando a rede global de radiotelescópios EHT (sigla, em inglês, para Telescópios de Horizonte de Eventos) estiver em pleno funcionamento. A ideia será combinar vários radiotelescópios espalhados pelo planeta, fazendo com que funcionem como um único, de tamanho igual ao da superfície da Terra. Então, quando essa rede tiver precisão suficiente para ‘enxergar’ estruturas extremamente diminutas (microsegundos de arco), ‘veremos’, então, o buraco negro como uma mancha escura no centro da galáxia.

Há também outra estratégia completamente diferente: detectar as ondas gravitacionais emitidas quando um buraco negro é perturbado – por exemplo, pela captura de uma estrela. Ondas gravitacionais são perturbações do próprio espaço-tempo que se propagam à velocidade da luz (300 mil km/s). Quando emitidas por buracos negros, essas ondas são como a impressão digital desses corpos cósmicos, porque têm propriedades muito características.

A detecção de ondas gravitacionais emitidas por buracos negros deve acontecer até o final desta década, quando a nova geração de detectores norte-americanos e europeus, LIGO e Virgo, estiver em funcionamento.

Mesmo depois de tudo isso, é bem possível que ainda haja pessoas especulando que aquilo que denominamos buracos negros talvez sejam apenas regiões de gravidade muito intensa, com um horizonte aparente – que não delimita nenhuma região de não retorno – no lugar do horizonte de eventos. Mas, nesse caso, o ônus da prova ficará com aqueles que, contra todas as evidências, advogarem a inexistência desses corpos.

Buracos negros estão por aí, pode apostar. 



FOTO: OCCERO RODRIGUES

Cavalgadas, música, missa, procissões e versaria evidenciam a existência de ritos cotidianos insuspeitados naquelas circunstâncias

VIOLÊNCIA E CIVILIDADE

No século 18, Minas Gerais foi região particularmente afetada por quilombos, contra os quais, nos anos 1740, moveu-se uma guerra dura e constante, com expedições bem equipadas e numerosas. Ficou célebre a de 1759, comandada pelo próprio governador da capitania, José Antonio Freire de Andrada, e tendo por alvo o Quilombo do Ambrósio, destruído e ressurgido vezes sem conta ao longo daquele século. Muitos homens que desejavam obter terras para agricultura e pecuária participavam dessas sinistras correrias sertões adentro, já que a recompensa vinha também na forma de sesmarias doadas pelos governadores. Minas Gerais tinha limites ainda imprecisos, a terra era abundante e de fácil acesso, desde que se matassem os negros fugidos e os índios, de fato trucidados aos milhares nessas empreitadas de expansão da fronteira.

O que intriga e pode confundir é que tais expedições por vezes baralhassem códigos de violência e de civilidade. Precioso códice guardado na Seção de Manuscritos (cota 18,2,6) da Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro traz uma 'Notícia diária e individual' das "marchas e acontecimentos" que envolveram a entrada feita aos sertões do Bambuí, hoje parte do Triângulo Mineiro, por Inácio Correia Pamplona, português de origem humilde e ascensão social vertiginosa, mais conhecido como um dos três delatores da Inconfidência Mineira, em 1789, ao lado de Basílio de Brito Malheiro e Joaquim Silvério dos Reis.

Além de conservar um conjunto admirável de mapas dos quilombos encontrados – desertos, na sua maioria, pois os negros fugiam antes que os entrantes chegassem –, a 'Notícia' revela que o dia a dia no sertão era pontuado por rituais de civilidade. A cada fazenda que servia de pousada, o dono da casa, no dia seguinte, montava a cavalo para acompanhar Pamplona e seus homens por algum tempo, prolongando o momento de ruptura entre a vida mais assentada dos

núcleos de povoamento e o espaço dos matos indevassados e assustadores.

A expedição, aliás, procurava manter aspectos do cotidiano das vilas e arraiais mineiros, a rede urbana mais significativa da América portuguesa nos tempos coloniais. Pamplona levou um capelão e um cirurgião, hábito herdado das lendárias 'bandeiras' paulistas do século 17. A novidade fica por conta da orquestra de músicos que também integrou a comitiva, e dos incontáveis poemas recitados na ocasião.

Não é possível saber ao certo qual era o repertório musical dos caçadores de quilombolas: os 10 músicos, um branco e os demais escravos negros de Pamplona, tocavam tambores, violas, rebecas, trompas e flautas transversais, vez por outra cantando "suas letras", ora em cantochão, ora acompanhando as Ave-Marias e os *Te Deum laudamus*. Forneciam o fundo musical das missas rezadas pelo capelão e das procissões solenes do Senhor Crucificado e da Senhora da Conceição, que pelo visto serpenteavam entre as brenhas, espantando cobras e outros bichos peçonhentos.

Como não era tempo de Quaresma ou Páscoa, já que tudo se passou no segundo semestre, talvez o intuito fosse mesmo o de, cristãmente, garantir o triunfo sobre a natureza hostil e os homens bárbaros – como na época se designavam com frequência os negros fugidos e os índios não aculturados. Quanto aos poemas, estão todos arrolados no códice, e sabe-se que eram oferecidos a Pamplona "por sobremesa", ao findar das refeições. Sua qualidade é mais que duvidosa, quase todos aproximando Pamplona de heróis civilizadores – como Hércules – e exaltando seu empenho em sujeitar o sertão.

Cavalgadas, música, missa, procissões e versaria evidenciam a existência de ritos cotidianos insuspeitados naquelas circunstâncias e servem para ilustrar como, não raro, 'barbárie' e 'civilização' podem ser duas faces de uma só moeda. ■

LAURA DE MELLO E SOUZA

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

MATEMÁTICA PREVENTIVA

DESENVOLVIDO MODELO MATEMÁTICO CAPAZ DE DETECTAR TUMORES NO OLHO QUE PODEM LEVAR À CEGUEIRA

O olho humano é uma das áreas mais sensíveis do corpo. Problemas nesse órgão geram desconforto, tanto pelos efeitos do próprio distúrbio quanto pelos delicados e incômodos exames necessários para o diagnóstico. Um modelo matemático desenvolvido na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pode tornar os exames oculares menos invasivos quando a suspeita for de melanoma de coróide, tumor que se desenvolve dentro do olho e pode levar à cegueira.

O ex-aluno de engenharia mecânica da UFMG Matheus Silveira, orientado pela professora Adriana França, desenvolveu um programa de computador pelo qual é possível detectar a presença de tumores nos olhos a partir da temperatura do órgão. Para isso, é preciso tirar uma

foto da córnea do paciente com uma termocâmera. O equipamento, parecido com uma câmera comum, captura o espectro infravermelho da luz, fornecendo a temperatura superficial do objeto fotografado.

Para saber se a temperatura medida está dentro do aceitável ou pode indicar algum problema, o profissional de saúde tem a ajuda de um programa que compara um olho ideal computadorizado, simulado por um modelo matemático, com as informações do olho do paciente. A partir de dados fornecidos por um psicrômetro (aparelho que mede temperatura ambiente e umidade relativa do ar), o programa consegue calcular a temperatura padrão que um olho humano saudável deveria ter nessas condições. Se a temperatura medida se mostrar acima da apontada como ideal pelo modelo, é ligado o sinal de alerta – já que o aumento de temperatura é um dos sintomas da presença de tumores – e encaminha-se o paciente para análise médica especializada.

O programa de computador compara a temperatura de um olho sadio com a registrada por uma termocâmera que fotografa a córnea do paciente



RÁPIDO E NÃO INVASIVO Os atuais modos de detecção do melanoma de coróide costumam ser mais demorados que a estratégia desenvolvida pelo pesquisador. “Em geral, é gasto um longo tempo para realizar a avaliação, que inclui a aplicação contínua de colírios e o exame de fundo de olho”, comenta Silveira. “Já a medição com a termocâmera é instantânea e não invasiva e a comparação do termograma com o modelo ideal pode ser feita em poucos minutos.”

Segundo o engenheiro, o modelo, desenvolvido com o auxílio de oftalmologistas, já foi testado no laboratório da universidade em voluntários e com um protótipo de olho feito com gelatina balística e aquecido por uma resistência elétrica. Em ambos os testes, o modelo se mostrou eficaz. No entanto, aprimoramentos podem garantir resultados mais precisos. “A diferença de temperatura entre os olhos sadios e os doentes é muito pequena. Então, uma maior precisão na medição de temperatura tornaria o método ainda mais eficiente”, diz.

Mesmo com ajustes, o modelo ainda pode encontrar barreiras para chegar aos consultórios e hospitais devido ao custo operacional. “A termocâmera representa um gasto considerável tanto na aquisição quanto no treinamento de um profissional para operá-la”, pondera Silveira. “Além disso, ainda que o modelo fosse disponibilizado gratuitamente, há o custo dos programas necessários para seu funcionamento.”

Para o pesquisador, o modelo matemático pode ser ainda adaptado para detectar tumores em outras partes do corpo. “É perfeitamente possível”, afirma. “O método é particularmente interessante para outros cânceres superficiais, como o de mama e o de pele, por exemplo, nos quais também há aumento perceptível de temperatura no local do tumor.”

LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ

FOGO AMIGO

ESTUDOS MOSTRAM QUE A PRÁTICA INDÍGENA DE QUEIMAR GRANDES ÁREAS DE CERRADO É BENÉFICA PARA O BIOMA

Nos últimos sete anos, os índios xavantes da aldeia Pimentel Barbosa, no Mato Grosso, atearam fogo a cerca de 370 mil hectares de cerrado, o equivalente a 83% da reserva federal em que vivem. A maioria das queimadas é provocada intencionalmente para caçar animais que, acuados com as labaredas, se dispersam e caem nas mãos dos caçadores indígenas. A informação sem contexto pode parecer chocante e antiecológica, mas pesquisadores garantem que a prática de queimar grandes áreas de cerrado – adotada por nativos há séculos – é benéfica para o bioma e seus moradores.

Os xavantes, bem como os caia-pós, os crahôs e os canelas, usam o fogo para tratar a terra de plantio, para rituais e para promover a ‘caçada de fogo’. Nesse evento, realizado

pelo menos uma vez por ano, indígenas liderados pelos mais velhos da tribo ateiam fogo a grandes áreas de forma controlada e estratégica. Formam um grande círculo de fogo, que pode se estender por centenas de hectares, e aguardam os animais em fuga. A caça é apresentada em cerimônias como casamentos e ritos de passagem para a vida adulta.

De acordo com estudos recentes, essa tradição cultural não só é inofensiva, como também promove a proteção da vegetação e, por consequência, da fauna. Análises conduzidas por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) sobre imagens de satélite da aldeia Pimentel Barbosa registradas nas últimas quatro décadas mostram que, apesar das queimadas constantes, a terra indígena mantém-se coberta de

vegetação e mais bem conservada que a região ao redor, ocupada por fazendeiros. Enquanto a área desmatada na aldeia se manteve estável em 0,6% entre 1973 e 2010, o desmatamento em seu entorno aumentou de 1,5% para 26% durante igual período. As imagens de satélite também revelam que, a partir de 2000, o desmatamento na terra indígena caiu 68%. O número se explica pelas incorporações de latifúndios devastados que passaram a ser dos índios a partir da década de 1980 e foram recuperados.

“Ao analisar os dados, observamos que dentro da terra indígena não existe devastação ambiental”, afirma um dos envolvidos no estudo, o biólogo e antropólogo Carlos Coimbra Jr. “As evidências apontam muito fortemente que a estratégia xavante de manejar o ambiente para a própria sobrevivência é muito mais compatível com uma pre-servação de longa duração que as estratégias de tomada de áreas de cerrado por fazendeiros. Fica caro que a caçada de fogo promove a preservação.”

Na ‘caçada de fogo’, tradição cultural dos xavantes, grupos de indígenas promovem queimadas controladas para acuar animais



PRESERVAÇÃO ARDENTE Pesquisas dos últimos 20 anos demonstram que, de fato, o fogo pode ter um papel protetor da vegetação em paisagens campestres e de savana, como a maior parte do cerrado brasileiro. A bióloga Vânia Pivello, da Universidade de São Paulo (USP), que estuda a ação do fogo sobre a vegetação, explica que as plantas do cerrado convivem com as chamas, provocadas por raios e por humanos, há milênios. Assim, o bioma se adaptou às queimadas. As árvores têm troncos grossos resistentes ao calor e muitos frutos têm invólucros que protegem as sementes de altas temperaturas.

“Em certas paisagens como as florestas tropicais – por exemplo, a Amazônia –, o fogo é extremamente prejudicial. Mas há vegetações, como a do cerrado, que precisam do fogo para cumprir seu ciclo biológico (promovendo a floração, a produção de frutos e a liberação das sementes) e, por consequência, manter os animais que se alimentam dessas plantas”, aponta. “O fogo não é só benéfico, como necessário para o cerrado.”

Por ficar muito seca na época da estiagem, a vegetação do cerrado queima com facilidade – não é à toa que a região é campeã de ocorrências de incêndios florestais do país, geralmente iniciados por raios ou queimadas ilegais que saem de controle. Por mais estranho que pareça, para evitar que esses incêndios se alastrem, o melhor aliado é o próprio fogo. Experiências conduzidas por Pivello e colegas mostram que queimadas controladas previnem o avanço de incêndios ao consumir o excesso de matéria orgânica seca acumulada, um combustível poderoso que só espera por uma centelha para deflagrar calamidades. “O fogo pode ser um importante instrumento de manejo da vegetação”, diz a pesquisadora. “Áreas intencionalmente queimadas em padrão de mosaico funcionam como barreiras que impedem a expansão de incêndios.”

A carne obtida nas 'caçadas de fogo' é compartilhada entre a comunidade indígena em rituais religiosos



O conhecimento obtido pela pesquisadora em experiências controladas já era de domínio dos indígenas há séculos. Segundo o antropólogo James Welch, da Fiocruz, os xavantes têm pleno domínio do manejo do fogo e sabem do seu papel protetor. “Muitas pessoas acusam a ‘caçada de fogo’ de ser destrutiva, mas os xavantes sabem o que fazem”, diz. “Quando vão promover uma caçada, eles prestam atenção a vários indicadores ambientais que influenciam suas decisões, como a vegetação, o clima, as barreiras naturais do entorno e a época do ano. Em maio, por exemplo, só colocam fogo nos campos abertos que têm muita umidade e queimam apenas o capim que está seco o suficiente. De julho a setembro, no período de seca, eles queimam áreas com vegetação mais alta. Sempre dizem que cada lugar tem seu momento certo de queimar tanto para ter uma caçada bem sucedida quanto para manter o ambiente e poder continuar caçando.”

Os xavantes seguem um calendário específico de queimadas e usam técnicas tradicionais para controlar a expansão do fogo. “Geralmente, eles não queimam uma mesma região consecutivamente, esperam

em torno de três anos para repetir a caçada em um mesmo ponto”, diz Welch. “Além disso, praticam uma queimada de temperatura baixa, que não sobe tanto nas árvores, que se alastra de forma dispersa, queimando como um mosaico, e passa rápido. Esse fogo não destrói plantas, apenas ‘limpa’ as folhas secas.”

O fogo como estratégia de prevenção de incêndios florestais já é usado em parques na Califórnia (EUA) e na Austrália. No Brasil, não existe um programa governamental que adote a tática, mas a ideia do fogo como fator protetor, inadmissível há alguns anos, está mais disseminada nos órgãos de proteção ambiental. “Tivemos por muito tempo a política do fogo zero, que tentava suprimir o uso do fogo e o encarava como deletério”, comenta Rodrigo Falleiro, do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PrevFogo), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). “Mas essa visão tem sido revista. O novo código florestal, por exemplo, já é menos restritivo às queimadas e reconhece a importância do uso do fogo como forma de preservação.”

FOTO JAMES WELCH

>>>

Brigada indígena combate incêndio na aldeia Myky, no Mato Grosso



FOTO: RODRIGO FALLEIRO

TRADIÇÃO QUE SE APAGA Os bons resultados observados pelo estudo da Fiocruz na aldeia Pimentel Barbosa, não se repetem, no entanto, em todas as aldeias indígenas. De janeiro do ano passado a janeiro deste ano, o sistema de monitoramento de queimadas e incêndios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) registrou 7.102 focos de calor em terras indígenas, 3.809 em áreas de cerrado, das quais 2.708 no Mato Grosso, 1.026 no Maranhão e 960 em Tocantins. Muitos deles não se restringiram ao interior das aldeias e se transformaram em incêndios florestais. O maior deles, ocorrido no final do ano passado, queimou mais de 100 mil hectares dentro e ao redor da terra indígena Marãiwatsédé (MT) em São Félix do Araguaia. Nesse caso, além de fogo dos próprios indígenas, a perícia verificou que também houve focos de fogo provocados criminosamente por fazendeiros envolvidos em disputas de terra com os índios.

“Não é raro que ocorra esse tipo de conflito em terras indígenas”, diz Falleiro. “Várias aldeias são suscetíveis a fogo criminoso e em muitas, infelizmente, observamos que o conhecimento tradicional do uso do fogo está se perdendo. Hoje, a juventude está mais preocupada em comprar moto do que em manter as tradições, e ocorre o uso errôneo do fogo, em períodos críticos de queimada, por exemplo. Além disso, práticas de

manejo de fogo, que há 500 anos funcionavam bem, hoje podem não ter o mesmo efeito positivo dada a mudança do cenário. As terras indígenas, atualmente, são ilhas de vegetação e, dependendo do modo como o fogo se alastra, pode ser bem nocivo.”

Para enfrentar os recorrentes problemas com fogo em terras indígenas, o PrevFogo criou no ano passado um programa de brigadas federais, que contrata membros das aldeias para atuar no controle do fogo. Os indígenas interessados passam por um processo seletivo e treinamento, suas aldeias recebem um jipe 4 x 4 e os instrumentos adequados para o combate das chamas. Por enquanto, o programa mantém 18 brigadas indígenas em nove estados.

Segundo Alexandre Pereira, coordenador do PrevFogo no Mato Grosso do Sul, a iniciativa busca promover o combate ao fogo sem prejudicar as práticas tradicionais indígenas. “Não existe nenhum tipo de restrição do uso do fogo em terras indígenas ou proibição por regulamento legal. As práticas tradicionais de manejo do fogo são até incentivadas”, diz. “Tentamos entender a forma como eles usam o fogo e casar sua tradição com as técnicas de queimada controlada para que eles possam alcançar o seu objetivo de caça ou de lavoura sem prejudicar o meio ambiente.”

Os funcionários do Ibama tentam estabelecer junto com os caciques um

calendário de queimadas adequado. São promovidas também oficinas de conscientização com a comunidade. “Eles trabalham com o fogo há muito mais tempo que nós, temos que aliar o que eles sabem ao que nós sabemos”, comenta Pereira. “Não podemos impedir suas práticas.”

Carlos Coimbra Jr. chama a atenção para a necessidade de se estudar o conhecimento indígena de manejo do fogo. “Temos escassos estudos sobre o cerrado e, principalmente, sobre os conhecimentos locais; poucos fazem esse tipo de estudo com as comunidades nativas”, comenta.

Nesse caminho, Falleiro passou um ano estudando o manejo do fogo pelos indígenas das aldeias Irantxe, Myky, Paresi e Nambicuara, no Mato Grosso. Durante o período, ele e uma equipe do PrevFogo tentaram recuperar os conhecimentos tradicionais desses povos e estabelecer propostas de manejo que possam ser reproduzidas em outros locais. Falleiro destaca que essa não é uma tarefa fácil. “Não temos muitos parâmetros, ainda estamos aprendendo a estabelecer um manejo integrado do fogo que leve em consideração o lado socioeconômico e cultural”, pondera. “Lutamos para criar uma metodologia, inclusive vamos mandar uma equipe para a Austrália para ver como é feito esse manejo do fogo com as comunidades aborígenes.”

Welch lembra que antes de tudo é preciso compreender que os povos indígenas têm uma visão própria de conservação que, apesar de diferente da científica, pode ser incorporada por esta. “Para os indígenas, a noção de conservar o ambiente é totalmente coerente com a ideia de extrair recursos da natureza, de continuar caçando com o fogo em longo prazo. Eles têm sua noção de preservação, que não é a mesma dos biólogos, mas é coerente com ela”, observa. “Temos que ver os indígenas como parceiros na conservação.”

SOFIA MOUTINHO | CIÊNCIA HOJE | RJ

NOVO ALIADO CONTRA A TUBERCULOSE

MEDICAMENTO CONTRA BACTÉRIA RESISTENTE, COM MENOS EFEITOS COLATERAIS E QUE REQUER MENOR TEMPO DE USO, MOSTRA-SE PROMISSOR EM TESTES

No século 19, a tuberculose causava terror na população. Conter a doença era quase sinônimo de morte e suas vítimas eram marginalizadas pela sociedade. O quadro começou a mudar no início da década de 1940, com o uso em larga escala da penicilina, primeiro antibiótico fabricado. Nos últimos 50 anos, o desenvolvimento de novos fármacos permitiu curar milhões de pessoas. Mas a doença ainda preocupa, principalmente porque cepas da bactéria causadora, *Mycobacterium tuberculosis*, vêm se mostrando cada vez mais resistentes aos medicamentos disponíveis. Segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde, a tuberculose ainda faz 5 mil vítimas fatais por dia e afeta, anualmente, 9,2 milhões de pessoas, sendo cerca de 500 mil casos causados por cepas bacterianas resistentes. Para contornar a situação, pesquisadores vêm buscando novos fármacos capazes de combater a doença com mais eficiência.

Um dos estudos em andamento está sendo conduzido por pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara, e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Sob a coordenação do microbiologista Fernando R. Pavan, da Unesp, os cientistas trabalham em um medicamento que possa ser eficaz contra as formas resistentes da bactéria da tuberculose e que apresente menos efeitos colaterais. “Estamos em busca do fármaco ideal, ou seja, um medicamento de baixo

custo, ativo contra essas bactérias mais resistentes e que, além disso, diminua o tempo de tratamento e os efeitos adversos”, diz Pavan.

Os medicamentos usados atualmente apresentam altas taxas de toxicidade para o organismo, e aqueles voltados especialmente para o combate da forma resistente da doença costumam causar diversos efeitos colaterais. “Quando se trata de bactérias resistentes aos medicamentos de primeira linha, a situação se complica, pois há a necessidade de prolongar o tratamento e, assim, os efeitos colaterais podem ser mais intensos”, relata o pesquisador.

O tempo de tratamento com esses medicamentos pode variar de seis meses até dois anos. Por isso, muitas vezes, os pacientes abandonam a medicação antes do previsto. A desistência pode ter consequências ruins não apenas para o doente, mas para a população em geral. Se interrompido o tratamento, as bactérias resistentes podem proliferar e acabar infectando outras pessoas. “Nossa meta é obter uma medicação que precise de menos doses ao dia e por menos tempo”, comenta Pavan.

Os pesquisadores esperam que o fármaco desenvolvido pela Unesp reduza o tempo médio do tratamento para dois meses. O medicamento está sendo testado em laboratório contra a forma resistente da bactéria e tem apresentado alta atividade. Ainda não há resultados definitivos sobre a eficácia da substância,

que se mostrou pouco tóxica em camundongos e em células humanas *in vitro*.

Os cientistas apostam na nanotecnologia para aperfeiçoar o novo fármaco em relação aos medicamentos atuais. Um grupo coordenado pelo farmacologista Marlus Chorilli, da Unesp, usou nanopartículas de gordura para encapsular o princípio ativo e, assim, aumentar sua seletividade. Tais nanopartículas são constituídas por fosfolipídios, como a fosfatidilcolina de soja, um dos componentes presentes na parede celular de diversos micro-organismos, facilitando sua entrada nas células e a liberação do fármaco diretamente sobre o agente agressor.

O próximo passo da pesquisa é avaliar a efetividade do medicamento em camundongos infectados com a bactéria da tuberculose. Até o remédio ser liberado para humanos, existe um longo caminho. Mas Pavan está confiante. “Já existem pessoas da indústria farmacêutica interessadas na produção em larga escala do fármaco”, conta. “A tuberculose deixou de ser uma doença negligenciada, afetando inclusive países do hemisfério Norte, e isso tem feito crescer a procura por novos medicamentos mais efetivos. Nossa expectativa é que o nosso fármaco possa substituir um dos atualmente utilizados e melhorar o tratamento e a qualidade de vida das pessoas”, completa.

LUCAS LUCARINY | CIÊNCIA HOJE | RJ

ÁGUAS PASSADAS

PESQUISA ALERTA PARA A CONTAMINAÇÃO DOS IGARAPÉS DE MANAUS

Os igarapés já foram locais de diversão para a população de Manaus (AM) e encantam o imaginário popular até os dias de hoje. Mas a urbanização mudou muito a qualidade dos belos 'caminhos de canoa' – significado da palavra igarapé em tupi. Atualmente, a maioria dos riachos preservados da cidade está dentro da Reserva Florestal Adolpho Ducke, onde só podem ser visitados com a devida autorização. Fora da área de preservação, os igarapés sofrem a ação humana e já se mostram poluídos.

Um estudo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) busca entender melhor as condições desses pequenos cursos d'água dentro da reserva de modo a estabelecer um padrão de qualidade. "Queremos ter conhecimento sobre a condição de nossas águas superficiais em área de terra firme na Amazônia central", explica o químico Sávio Ferreira.

Para isso, ele analisou, junto com colegas, três igarapés dentro da reserva em Manaus: Bolívia, Sabiá e Aliança com Deus. O igarapé Bolívia segue seu curso de dentro da reserva até a área urbana, mas, antes de chegar à cidade, encontra-se com os outros dois igarapés, que fazem o caminho inverso. "Até esse encontro, o Bolívia não está contaminado", diz Ferreira. "Mas, ao receber as águas dos igarapés que vêm da cidade, ele já sai da reserva alterado."

Acidez, condutividade elétrica, material em suspensão e a presença de alguns elementos específicos foram os itens avaliados na pesquisa. Para cada um desses marcadores, os

pesquisadores levaram em conta as particularidades da região. "Com relação à acidez, por mais estranho que pareça, as águas em condições naturais ou preservadas não se encaixam no padrão regulamentado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama, Resolução 357)", pontua Ferreira. "Isso só ocorre com as já contaminadas. No entanto, sabemos que a água dos igarapés na região é mais ácida devido às características ambientais e climáticas. Nosso estudo mostra que o valor indicado deveria ser adaptado."

TAXAS PRECUPANTES Os dados medidos são alarmantes. Quanto ao material em suspensão – resíduos sólidos na água –, o Bolívia tem, no máximo, 4 miligramas por litro (mg/L), enquanto o Sabiá tem o maior índice, 125 mg/L. A presença de sais, indicada pela condutividade elétrica da água, deveria ser baixa, mas também alcança números altos nos igarapés Aliança com Deus e Sabiá – até 11 vezes maior que os medidos nas porções ainda preservadas do Bolívia.

A maior causa da poluição nas águas é de origem doméstica, pois não há muitas indústrias na região vizinha à reserva. "Com a falta do saneamento básico em grande parte do estado, são os rios e, em consequência, a população que sofrem", lamenta Ferreira. "Além de fontes de água potável e berço de espécies, os igarapés cumpriam a importante função de proporcionar lazer aos habitantes, mas isso já está esquecido."

Segundo o químico, é preciso vontade política para mudar a situa-

Acidez, condutividade elétrica, material em suspensão e presença de alguns elementos específicos foram os itens avaliados na pesquisa, que constatou que os igarapés de Manaus estão poluídos

ção. "Preservação e recuperação têm que ser projetos de governo", afirma. "Muitos políticos falam da Zona Franca [polo industrial criado em 1967 para estimular a ocupação urbana de Manaus] como justificativa de que, ao se estabelecer na cidade, a população preservaria as áreas rurais do Amazonas, mas se esquecem de que, sem planejamento urbano, grande parte das pessoas acaba poluindo a área metropolitana."

Atualmente, o estudo inclui outros dois igarapés – Acará e Barro Branco – e segue acompanhando o Bolívia, todos pertencentes à bacia do Tarumã-Açu, em Manaus. "Constatamos, em resultados preliminares, que esses dois continuam preservados e, ao saírem da reserva, também apresentam, nos sítios vizinhos, características similares às águas dentro da reserva", conta Ferreira. "Mas não sabemos até quando isso se manterá sem o devido planejamento e cuidado da região."

O estudo conta com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam).

ISADORA VILARDO | CIÊNCIA HOJE | RJ

UM PODEROSO CURINGA

USO DE NIÓBIO PODE TORNAR PRODUÇÃO NACIONAL DE FERRO FUNDIDO MAIS BARATA E EFICIENTE

Todo mundo sabe: o território brasileiro é rico em bens naturais. Mas uma de nossas importantes riquezas permanece desconhecida pela população em geral. É o nióbio. Trata-se de um metal raro, dificilmente encontrado no mundo – e o Brasil guarda 98% das reservas globais desse elemento. Hoje, sua exploração é voltada principalmente ao mercado externo. Mas uma nova tecnologia sugere outro destino a esse mineral estratégico. Ex-alunos de engenharia mecânica da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), em busca de soluções mais baratas para a produção nacional de ferro fundido, comprovaram ser possível e vantajoso usar o nióbio em substituição ao molibdênio, elemento que o Brasil atualmente precisa importar.

O ferro fundido nodular austemperado, também conhecido como ADI (sigla em inglês para *austempered ductile iron*), é uma importante liga metálica usada na indústria automotiva, na construção civil, em ferrovias e em processos de mineração. O material é conhecido por sua boa ductilidade – capacidade de se deformar sem chegar a se romper. Entre suas propriedades, destaca-se a ótima resistência a situações de atrito e desgaste. Outra vantagem é o baixo custo: o ADI é 20% a 40% mais barato que o aço. Mas, para otimizar sua qualidade, é necessário acrescentar ao material um elemento de liga. Atualmente, usa-se para esse fim o molibdênio – mineral que, por ser importado, gera um gasto milionário para a indústria nacional de ferro fundido. Por isso, há demanda por matérias-primas alternativas.

FOTOS TOMAS LEBRACH



Em Itabira (MG) fica uma das grandes áreas de exploração de nióbio no país



Apesar de muito parecidos ao olhar leigo, a substituição do molibdênio (esquerda) pelo nióbio (direita) pode ser um grande avanço tecnológico para a produção brasileira de ferro fundido

Nióbio e conspiração

Historicamente um país agrário, o Brasil tem revelado promissora vocação mineradora ao longo das últimas décadas. Acredita-se que as maiores reservas de nióbio do planeta estejam entre Minas Gerais e Goiás – o minério é encontrado também na Amazônia. O Brasil é responsável por mais de 90% da comercialização de nióbio no mundo, seguido por Canadá e Austrália. Entretanto, muitos acreditam que o país não está sabendo aproveitar a condição privilegiada de quase monopolizar a oferta desse minério estratégico.

O governo não tem nenhum projeto específico a respeito do assunto. E, atualmente, a exploração do nióbio está na mão de apenas duas empresas: a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), pertencente à família Moreira Salles; e a Mineração Catalão de Goiás Ltda., do grupo internacional Anglo American. “Quem domina a produção brasileira é a CBMM, cujas minas ficam em Araxá (MG)”, diz Rui Fernandes Pereira Junior, analista em recursos minerais do Departamento Nacional de Produção Mineral. “Já o grupo Anglo American, cujas minas ficam em Catalão (GO), produz cerca de 1/10 do que produz a CBMM.”

Segundo alguns, ambas as companhias parecem trabalhar para o interesse estrangeiro. De acordo com documentos vazados pelo Wikileaks em 2010, as minas brasileiras de nióbio são consideradas estratégicas e descritas como imprescindíveis para o futuro dos Estados Unidos.

Eis que, em 2012, Klaus Higor, Arthur Figueiredo e Tomás Lerbach, então estudantes de engenharia mecatrônica da PUC-Minas, cogitaram a possibilidade de substituir o molibdênio pelo nióbio. Segundo eles, isso poderia diminuir os custos de produção de ADI e ainda melhorar suas qualidades mecânicas. A hipótese estava correta.

PROVA DE RESISTÊNCIA Com o auxílio do engenheiro Pedro Paiva Brito, orientador da pesquisa, a ideia foi levada aos laboratórios do Centro Helmholtz para Materiais e Energia (HZB), em Berlim. Em terras germânicas, com tecnologias avançadas à disposição, foram feitos vários testes de impacto. Constatou-se que a liga de ferro e nióbio, além de mais barata, apresenta maior plasticidade em relação à liga preparada com molibdênio. É como se ela fosse mais flexível. Usar nióbio no ADI traz, ainda, uma vantagem ambiental: a liga fica mais leve, o que significa menor

consumo de energia para estruturas ou veículos que venham a ser construídos com o novo material.

A pesquisa – agora parte do mestrado de Higor, na PUC-Minas – ainda está em andamento. Mas seus resultados preliminares já atraem o interesse da indústria, que aos poucos começa a implementar a nova tecnologia em seu sistema produtivo. Usando nióbio, a empresa Metaltemper, sediada em Contagem (MG), conseguiu triplicar sua produção de ADI. Segundo os engenheiros, é um grande avanço no processo de produção de ferro fundido austemperado nacional.

“Considerando que o molibdênio é um produto caro, e que o Brasil tem larga disponibilidade de nióbio, há um ótimo custo-benefício nessa substituição”, atesta Higor. Para ele, o desenvolvimento desse novo material pode fazer a indústria brasileira ter uma tecnologia única no mundo.

GABRIEL TOSCANO | CIÊNCIA HOJE | RJ



As células reproduzem todas as estruturas internas das moléculas em tamanho proporcional



Ciência pelo tato

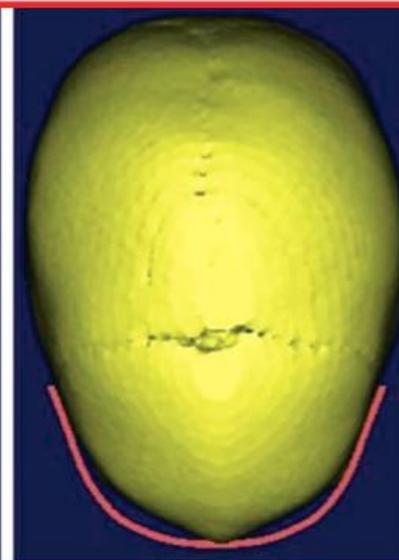
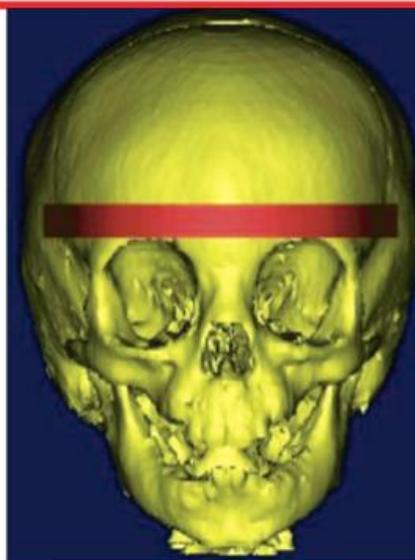
Modelos tridimensionais de diferentes células humanas, que facilitam o estudo por deficientes visuais, vêm sendo desenvolvidos em um projeto da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e do Instituto Nacional de Tecnologia do Rio de Janeiro. Os primeiros modelos, gerados em impressoras 3D, com base em células reais estudadas em microscópio, são de células sanguíneas, e permitem conhecer, apenas com o tato, o formato e os elementos internos (cortes nas células modeladas exibem em relevo o núcleo e várias organelas). O projeto será ampliado este ano, para imprimir modelos de outros tipos de células e de tecidos, gerando um acervo que fará parte do Museu de Ciências da Vida, da Ufes. As peças produzidas são as primeiras desse tipo no mundo.

MATEMÁTICA

Na sala de cirurgia

Um em cada dois mil bebês nasce com uma malformação craniana chamada cranissonostose, que pode resultar em problemas neurológicos sérios. O tratamento para essa condição é delicado: uma cirurgia realizada já a partir dos seis meses de vida. Em pacientes tão frágeis, cada ação do cirurgião precisa ser bem calculada. Para auxiliar esse processo, uma dupla de brasileiros desenvolveu um modelo matemático capaz de prever a melhor maneira de conduzir a cirurgia.

Normalmente, a cirurgia é feita com base em uma tomografia do crânio de um paciente sadio da mesma idade do bebê que será operado. Os cirurgiões usam essa imagem como guia para o resultado desejado e é em cima dela que escolhem quantos cortes fazer e onde. Uma decisão puramente intuitiva e baseada apenas na experiência do profissional. “Essa falta de um método objetivo torna difícil o treinamento dos cirurgiões e também avaliar se



SABEN AT AL

Modelo matemático criado por brasileiros calcula o menor número possível de cortes em uma cirurgia de correção craniana em bebês

o resultado da cirurgia é o melhor possível”, comenta um dos pesquisadores envolvidos no estudo, o matemático brasileiro Ricardo Fukasawa, da Universidade de Waterloo, no Canadá.

O pesquisador e seu aluno de doutorado André Linhares desenvolveram um conjunto de equações para tornar automática a comparação entre o crânio ideal e o do paciente. Esses cálculos servem de base para um programa de computador

que diz ao cirurgião exatamente o que fazer para conseguir o melhor resultado com o menor número possível de cortes — o que torna mais rápida a cirurgia e a recuperação. Para se ter uma ideia, os procedimentos de cranissonostose sem esse auxílio costumam durar até cinco horas. Por enquanto, a tecnologia está sendo testada no Hospital Sick Kids de Toronto, no Canadá.

MAIS EM: www.cienciahoje.org.br

FARMACOLOGIA

Camapu em favor de novos neurônios

Pesquisadores da Universidade Federal do Pará (UFPA) descobriram na planta *Physalis angulata* uma substância capaz de induzir a produção de novos neurônios. Conhecida como camapu em função do fruto que produz, a planta é comum na região amazônica e já era estudada por

seu efeito anti-inflamatório e atuação contra a leishmaniose.

Segundo o químico Milton Nascimento e a farmacologista Gilmara Bastos, ambos professores da UFPA, a descoberta foi feita por acaso. “Já sabíamos que o camapu atua contra a leishmaniose e buscávamos conhecer melhor suas propriedades anti-inflamatórias, mas acabamos identificando sua atividade neurogênica, que se mostrou eficaz tanto em cultura de células quanto em camundongos”, explica um dos autores da pesquisa.

Ainda que o fruto seja a parte mais conhecida da planta e a que é consumida pela população amazônica, são o talo e a raiz que abrigam a substância que pode servir, no futuro, para o tratamento de doen-

ças que afetam a memória. “Como a substância aumenta o número de neurônios no hipocampo, região do cérebro essencial para a formação da memória, ela pode beneficiar pessoas com problemas desse tipo. Mas é importante enfatizar que novos experimentos devem ser realizados para comprovar isso”, afirma Bastos.

A próxima etapa do estudo é entender se a substância afeta o comportamento dos animais e desvendar o mecanismo de ação por trás da produção de neurônios. “Muitos medicamentos vão para o mercado sem que se saiba exatamente em que proteína eles atuam no cérebro. Nosso objetivo é conhecer o mecanismo de ação do camapu por completo”, informa a farmacologista.



ZOOLOGIA

Mímica eletrizante

Um sinal de perigo eletrizante... e falso. Essa é a artimanha de sobrevivência de uma nova espécie de peixe-elétrico observada na Amazônia, nos rios Amazonas e Solimões. O pequeno e inofensivo *Brachyhypopomus bennetti* imita as descargas de energia de outro peixe muito mais perigoso, o poraquê, para enganar seus predadores.

Apesar de emitir correntes baixas, que sequer são percebidas pelo tato, o novo peixe apresenta um padrão de descarga elétrica muito semelhante ao encontrado em espécies perigosas. "Tanto o *B. bennetti* quanto o poraquê emitem correntes monofásicas e com intervalos irregulares", conta um dos biólogos à frente da descoberta, Jansen Zuanon, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). "Normalmente, os pequenos sara-pós, como são chamados os peixes-elétricos com descarga fraca e inofensiva, liberam descargas bifásicas e com intervalos bem regulares."

Os peixes-elétricos produzem correntes de energia por meio de um comando no cérebro que coordena células específicas de seu organismo. As células, distribuídas por todo o corpo do animal, apresentam polarização, como as pilhas. Com o comando do cérebro, a energia passa por elas e as voltagens de cada célula são somadas, podendo chegar a valores altos no caso de um pequeno número de espécies. O poraquê, por exemplo, tem uma descarga elétrica de até 500 volts, que pode ser fatal para suas presas.

Essas descargas elétricas são percebidas pelos peixes-elétricos quando eles se aproximam uns dos outros e é assim que a nova espécie se safará dos predadores. "Como outros peixes-elétricos têm eletrorrecepção, isto é, são capazes de perceber a eletricidade à distância, eles provavelmente confundem os sinais elétricos emitidos pelo *B. bennetti* com os do poraquê e se afastam do suposto perigo", diz Zuanon.



O peixe-elétrico *Brachyhypopomus bennetti* imita as descargas de energia de outro peixe muito mais perigoso, o poraquê, para enganar seus predadores

Durante a pesquisa, o biólogo encontrou outra espécie morfologicamente muito parecida com *Brachyhypopomus bennetti*, a *B. walteri*, mas que não tem a mesma sorte. As características de sua corrente elétrica são similares às de qualquer outra espécie do gênero, e ela depende de outros mecanismos e estratégias para evitar predadores. A pesquisa foi conduzida em parceria com pesquisadores brasileiros e norte-americanos da Universidade Cornell e da Universidade de Massachusetts, ambas nos Estados Unidos.

A cura pela célula

Cada pessoa tem duas articulações temporomandibulares. Não se assuste com o nome. Elas ficam na frente de cada ouvido e são responsáveis pelo movimento de abrir e fechar da boca. Entretanto, algumas pessoas sofrem alterações degenerativas na região oral e facial – e isso pode causar dores crônicas e dificuldade de mastigação. A cura para o problema pode estar nas células do próprio paciente. É a aposta de pesquisadores da Faculdade de Medicina de Petrópolis (Fase), no estado do Rio de Janeiro. Eles acreditam que, para tratar esse tipo de doença degenerativa, é possível retirar células da cartilagem do nariz e depois injetá-las na articulação com o problema. A equipe da Fase está prestes a realizar os primeiros ensaios clínicos com seres humanos. Se comprovada a capacidade de regeneração da cartilagem articular – a estrutura elástica que protege a superfície dos ossos que fazem parte de uma articulação –, o processo pode se tornar a solução definitiva para quem sofre desse tipo de doença.

A mandíbula é parte inferior do crânio e sua movimentação nos ajuda a mastigar e a falar



IMAGEM: CHAMONS

Jogo para crianças autistas

Uma ferramenta criada há mais de um ano no Centro Técnico Científico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) vem ajudando o aprendizado de crianças autistas. O jogo AieLo, desenvolvido pelo mestre em ciências da computação Rafael Cunha, permite às crianças um contato maior com palavras e objetos. Durante a partida, guiadas por um esquilo, elas têm que associar imagens e palavras, tarefa que amplia o vocabulário e promove a familiarização com o mundo ao redor. Além disso, o jogo exercita o foco e a concentração dos participantes. O AieLo está disponível gratuitamente em: <http://www.jogoseducacionais.com/> e pode ser acessado tanto em computadores quanto em celulares e tablets.

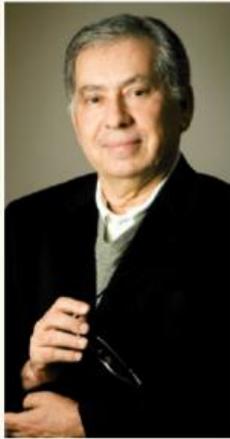


FOTO: CECERO RODRIGUES

Estão em favelas perto de 10% dos domicílios urbanos brasileiros, e em São Paulo e no Rio de Janeiro o percentual supera 20%

CONDIÇÃO NECESSÁRIA

Irônico paradoxo. Um dos assuntos mais presentes na mídia brasileira é o das favelas. Não obstante, o tema não figura no rol de preocupações do Estado brasileiro.

A favela não é um fenômeno restrito a poucas cidades. Estão em favelas perto de 10% dos domicílios urbanos brasileiros, e em São Paulo e no Rio de Janeiro o percentual supera 20%.

Embora apresente uma tipologia típica, onde predominam moradias produzidas por autoconstrução e na qual o espaço público é, em geral, mal definido, a favela é muitas vezes tratada, hoje, como o genérico de todo assentamento irregular, inclusive os loteamentos populares. De certo modo, esse entendimento corresponde à realidade, pois favelas e loteamentos populares são em geral lugares com déficit de infraestrutura, escassez ou inexistência de serviços públicos e moradias construídas conforme as possibilidades das famílias – do jeito precário que a falta de condições financeiras permite.

Assim, essas duas tipologias associadas constituem a maior parte das cidades brasileiras. Embora abriguem mais da metade das moradias, não contam com as condições urbanísticas essenciais à vida contemporânea.

Pode-se afirmar que, no quadro das cidades brasileiras, há um enorme déficit de urbanização e uma grande escassez de serviços públicos, o que muitos chamam de ausência de Estado.

Mas, em lugar de reconhecer o esforço que as famílias pobres já fizeram em busca de sua inserção na sociedade urbana, suprir as infraestruturas e garantir os serviços públicos nos assentamentos populares, o Estado volta seu interesse quase exclusivamente para a construção de conjuntos residenciais. Simultaneamente, ignora a realidade da maioria e sinaliza com um modelo habitacional que não pode universalizar. Ainda, ao abandonar à própria sorte partes importantes das cidades, o Estado permite que sejam toma-

das por forças da anomia e por interesses marginais, que impõem regras próprias às populações submetidas – para além da dominação territorial armada. A Constituição brasileira não vige nesses territórios.

Seja no tempo dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (anos 1940-1950), ou do BNH (anos 1960-1980) ou, ainda, do programa Minha Casa, Minha Vida (desde 2009), o modelo habitacional a que o Estado tem se dedicado é ineficiente, mesmo considerando-se apenas a produção de moradia. Historicamente, esse modelo produziu menos do que um quinto dos domicílios urbanos. Mesmo nos momentos de grande prioridade é largamente insuficiente.

Veja-se o caso do Minha Casa, Minha Vida. Anuncia ter construído 1,5 milhão de moradias desde 2009. Nesse mesmo período, o povo brasileiro construiu mais de 7,5 milhões de residências. Ainda que alcance a meta de 3 milhões de unidades até 2015, sua contribuição – importante, não há dúvida – não chegará a 40% da produção de domicílios urbanos brasileiros no período. Mais de 60% continuarão sendo produzidos na precariedade e na irregularidade das favelas e dos loteamentos populares.

Estimular a produção de moradia em bases regulares, legais, permanentes, é política necessária, indispensável, mas que precisa incorporar outros modelos que não apenas a construção de conjuntos residenciais. A expansão do crédito imobiliário diretamente às famílias é uma alternativa desejável.

De qualquer modo, não é possível que o país persista na ausência de políticas públicas de urbanização de favelas e loteamentos populares, incluídos aí os serviços públicos. A incorporação desses assentamentos à cidade contemporânea – garantida às suas populações a proteção da Constituição – é condição para o desenvolvimento brasileiro. Sobretudo, é um direito cidadão e uma exigência democrática. **CH**

SÉRGIO MAGALHÃES

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

Promessas da genética forense na perícia criminal

Não está longe o dia em que a simples análise do material genético apontará, com segurança, traços físicos de um indivíduo

**CAIO CESAR SILVA
DE CERQUEIRA**

Faculdade de Medicina,
Universidade Federal do
Rio Grande (RS)

O conhecimento detalhado do genoma humano e de outras espécies tem propiciado informações valiosas para toda a sociedade – o que acabou por alçar a genética a um novo patamar. A perícia criminal, entre outras áreas, tem-se beneficiado particularmente dos novos conhecimentos. Estudos recentes mostram que é possível prever características físicas de um indivíduo com base apenas na análise de seu DNA. A tecnologia é conhecida como ‘fenotipagem forense pelo DNA’ ou ‘inteligência pelo DNA’.

À exceção de gêmeos univitelinos, cada ser humano é geneticamente diferente e único. Portanto, quando se investiga em detalhe uma amostra biológica com DNA (como sangue, sêmen, saliva, cabelo, osso, dente), a revelação que se tem é de que ela pertence a um indivíduo específico. O princípio básico dessa análise é que, nas populações humanas, as pessoas apresentam em um local qualquer do genoma (conhecido como *locus* genético; *loci*, no plural) fatores genéticos distintos (que daqui em diante chamarei de ‘polimorfismos genéticos’). Esses fatores existem em razão simplesmente da variabilidade genética normal, e determinadas regiões do DNA dessas pessoas são diferentes.

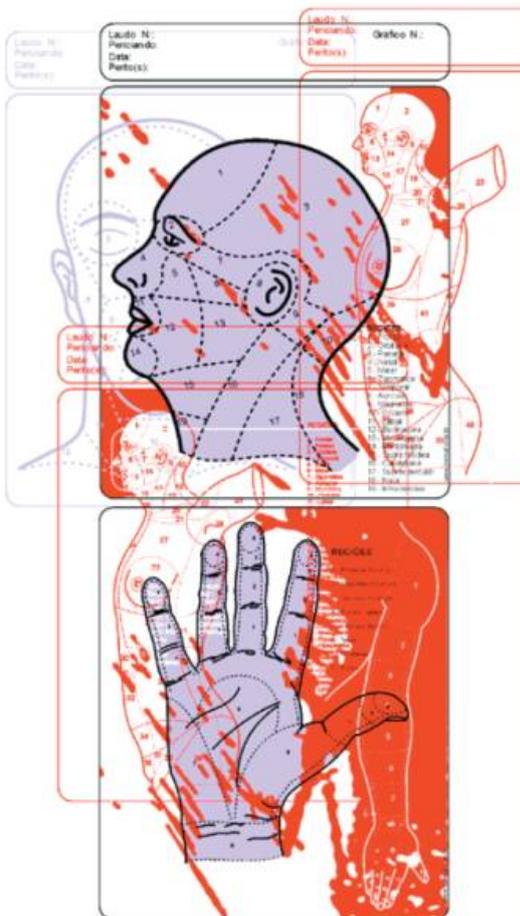
Quando estudados em número adequado, tais polimorfismos podem diferenciar amostras biológicas de dois indivíduos quaisquer. É importante mencionar aqui que os polimorfismos genéticos investigados

atualmente na prática forense não revelam quaisquer características físicas da amostra analisada, à exceção do sexo do indivíduo (masculino ou feminino). Vale lembrar, porém, que às vezes o polimorfismo pode estar presente em trechos codificantes, a exemplo de genes para certas enzimas.

O genoma humano apresenta diferentes classes de polimorfismos genéticos. Um deles, usado rotineiramente na prática forense, é o STR (do inglês *short tandem repeat*). São blocos de 2 a 6 nucleotídeos que se repetem centenas de vezes consecutivamente (um atrás do outro), podendo diferenciar dois indivíduos quaisquer pelo número dessas repetições na pessoa analisada.

Outro exemplo de polimorfismo – conhecido como SNPs (do inglês *single nucleotide polymorphisms*) – decorre da mudança de uma única letra (nucleotídeo) do DNA em um ponto específico. Muitos SNPs

ILUSTRAÇÃO: LUIZ BALDISSA



hoje investigados pela comunidade científica podem estar relacionados com características físicas humanas normais ou patológicas.

Com o avanço no conhecimento de dados genéticos funcionais (estudo do efeito de polimorfismos específicos com características humanas diversas), é possível, com certa probabilidade, indicar se a amostra analisada possui algum traço específico, como se fosse um 'retrato molecular' (por analogia com a conhecida expressão 'retrato falado'). Embora a acurácia ainda seja baixa para o uso na prática criminal, o futuro reserva grandes possibilidades de emprego dessa tecnologia no âmbito da justiça (ver 'A caça de evidências', em CH281).

PREDIÇÃO DE TRAÇOS COMPLEXOS

Acredita-se que, de nossas características visíveis externamente (além do sexo), os traços de pigmentação, particularmente cor dos olhos e cabelos, sejam os mais promissores para a predição de fenótipos com uso do DNA. Algumas aplicações a esse respeito já foram publicadas na literatura científica especializada. Em um trabalho de minha autoria, mais de 120 SNPs foram pesquisados em sequências genéticas tornadas públicas na internet graças à ação voluntária de pessoas de todo o mundo que doaram seu material genético para pesquisas, inclusive cientistas renomados, como James Watson e Craig Venter. Esse estudo estimou traços físicos como cor de pele, olhos, cabelos e presença ou ausência de sardas, com base apenas na análise do DNA daquelas pessoas. A estimativa foi posteriormente comparada com os traços físicos reais das pessoas, observando-se suas fotos, também disponibilizadas na internet.

Outro estudo nessa linha descreveu um protocolo de análise simultânea de apenas 24 polimorfismos relacionados com cor dos olhos e cabelos. O trabalho atribuiu valores preditivos para cada um dos 24 lo-

Acredita-se que, de nossas características visíveis externamente (além do sexo), os traços de pigmentação, particularmente cor dos olhos e cabelos, sejam os mais promissores para a predição de fenótipos com uso do DNA

cais genéticos analisados. O interessante é que os autores disponibilizam uma tabela no Microsoft Excel, na qual se pode inserir o perfil genético da amostra biológica para os 24 polimorfismos, que permite gerar então um *output*, indicando qual a mais provável característica de pigmentação de olhos e cabelos da amostra desconhecida (tecnologia denominada HirisPlex por seus idealizadores). Após a publicação desses estudos, a expectativa de predizer traços complexos como pigmentação dos olhos e cabelos por meio da análise do DNA está sem dúvida se tornando cada vez mais real.

ÉTICA Um fato sobre a predição de características físicas que merece ser mencionado diz respeito ao debate ético que o tema suscita. Essas informações, além de serem consideradas por pesquisadores da área forense, têm sido discutidas em congressos científicos e também com a comunidade em geral. O principal argumento em favor da 'fenotipagem forense pelo DNA' é que a pigmentação da pele, dos olhos e cabelos (por exemplo), não necessitaria de confidencialidade, uma vez que são fenótipos óbvios, características observáveis por qualquer um. Em outras palavras, o DNA não revelaria nada que alguém já não soubesse. Exemplo de fenótipo não visível externamente é o grupo sanguíneo de um indivíduo ou se este tem predisposição para alguma doença genética específica.

Além disso, essa tecnologia (que inclui principalmente o uso de SNPs) seria útil apenas como fator de investigação e como poderosa ferramenta

de inteligência. Não é necessário empregar essa tecnologia quando a análise convencional por STRs for suficiente para elucidar um crime.

O principal argumento contra essa tecnologia é que pode ser usada para práticas eugênicas por pessoas ou empresas inescrupulosas, a exemplo da seleção de zigotos com predisposição para traços genéticos que os pais desejam nos futuros filhos, relacionados com inteligência, aptidão física, pigmentação, presença ou ausência de doenças, para posterior implantação no útero materno. Enfim, várias características normais ou patológicas podem estar relacionadas com os diversos SNPs espalhados pelo genoma.

É importante salientar que a tecnologia de 'fenotipagem forense pelo DNA' está em fase de pesquisa e na prática ainda não é utilizada na maioria dos países. No Brasil, a Lei 12.654, de 28 de maio de 2012, diz que "as informações genéticas contidas nos bancos de dados de perfis genéticos não poderão revelar traços somáticos ou comportamentais das pessoas, exceto determinação genética de gênero [...]".

Portanto, a tecnologia de predizer fenótipos por meio da análise do DNA, apesar de promissora, não poderá ser utilizada sem uma regulamentação devida e sem que se tenha antes alta confiabilidade na predição. Convém destacar, por fim, que muitos obstáculos técnicos estão sendo superados para que a predição fenotípica para uso forense seja um fato, e que os aspectos éticos e legais relacionados com o tema sempre sejam discutidos e avaliados por fóruns especializados e pela sociedade civil. ■

As barragens e as inundações no rio Madeira

PHILIP M. FEARNSIDE

Instituto Nacional
de Pesquisas da Amazônia

A inundação ocorrida recentemente no leito do rio Madeira foi provocada por um evento meteorológico extremo, com uma vazão que se estimava que acontecesse apenas uma vez a cada 100 anos. Nos últimos tempos, aliás, eventos climáticos extremos, dos mais variados tipos, têm ocorrido em diferentes partes do mundo, sugerindo indícios evidentes de mudanças climáticas – embora não se possa demonstrar que qualquer evento específico seja uma decorrência de tais mudanças. Com o agravamento do

aquecimento global, a previsão é que inevitavelmente tenhamos um número cada vez maior de eventos climáticos extremos pelo mundo afora.

Alguns dos impactos da inunda o do rio Madeira foram agravados pelas usinas hidrelétricas instaladas ao longo de seu curso, embora, é evidente, essas barragens não possam ser responsabilizadas sozinhas por todos os estragos.

No caso da usina hidrelétrica de Santo Ant nio,   provável que ela tenha agravado a erosão da orla de Porto Velho, cujo centro está a apenas



FOTO GOMES LEAL / REUTERS

As enchentes do rio Madeira praticamente cobriram a estrada BR 364 em Rondônia, próximo à fronteira com a Bolívia, em fevereiro deste ano

O rio Madeira tem uma das maiores cargas de sedimentos do mundo, e o 'reservatório' oficial de Jirau termina exatamente na divisa do Brasil com a Bolívia, fornecendo, assim, todos os elementos necessários para um impacto internacional

7 km abaixo da barragem. A canalização da água pelo vertedouro alterou a correnteza a jusante da barragem, lançando mais água contra as áreas da cidade que ficam próximas do rio.

Isso se evidenciou na estação chuvosa de 2011-2012, a primeira após o fechamento da barragem, quando a capital de Rondônia foi surpreendida por uma erosão súbita. Cerca de 300 casas localizadas à beira do rio foram destruídas ou ficaram condenadas, e até o monumento fincado no local pelo Marechal Rondon um século atrás foi por água abaixo.

Porta-vozes da empresa alegaram que tudo não passava de um fenômeno natural de "terras caídas". Mas, levando-se em conta a coincidência do fenômeno com a implantação da barragem, muito possivelmente essas alegações não devem ter convencido muita gente além dos próprios funcionários da empresa.

A força dessa água na superenchente que castigou a região em 2014 seria aumentada por concentrar justamente na queda da barragem toda a força da vazão recorde. O reservatório de Santo Antônio, com 117 km de comprimento, inunda não só a cachoeira de Santo Antônio, mas também a cachoeira maior, de Teotônio, e várias outras, menores, no percurso do Madeira.

No rio natural, a energia cinética da queda da água era liberada aos poucos, ao longo de todo o trajeto. Mas, com a barragem, ela se concentra em uma única queda, de grande dimensão, logo acima de Porto Velho. Portanto, a velocidade da água e o seu poder erosivo são maiores justamente ali.

A inundação de vários trechos da rodovia BR-364 que beiram os lagos formados pelas usinas de Santo Antônio e Jirau também deve ter sido agravada por causa das barragens. A cheia recorde teria causado enchente também recorde mesmo na ausência das barragens. Mas, com elas, a cheia é ainda maior na margem dos reservatórios, uma vez que o aumento tem início a partir de um nível mais alto. Se os níveis dos reservatórios tivessem sido rebaixados ao máximo para aproximar o rio de seu leito natural, a inundação lateral teria sido menor.

IMPACTO INTERNACIONAL No caso da usina de Jirau, situada a cerca de 120 km de Porto Velho, poderia haver uma contribuição à atual inundação na Bolívia no trecho do rio Madeira acima do distrito de Abunã, em Rondônia. As afirmações de que a barragem de Jirau não teria qualquer efeito sobre as inundações no país vizinho, repetidas diversas vezes pelos proponentes das barragens no Estudo e no Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), e em documentos elaborados posteriormente, foram contestadas em detalhe por mim em trabalho publicado em 2013 na revista *Water Alternatives* (uma versão desse texto em português está disponível no endereço <http://philip.inpa.gov.br>).

O problema é que os sedimentos mais grossos, como areia, tendem a migrar para o fundo do reservatório logo no seu início, onde a água entra no lago rio acima. Os sedimentos acumulados funcionam como uma espécie de segunda barragem, represando a água no trecho do rio que está acima do que é oficialmente considerado 'reservatório'. Isso forma o chamado 'remanso superior', onde o nível da água é mais alto do que no rio natural.

Por ocasião de uma enchente, como a que acaba de acontecer, isso se traduz em mais inundação e estragos, inclusive em uma área protegida na margem boliviana desse trecho. O rio Madeira tem uma das maiores cargas de sedimentos do mundo, e o 'reservatório' oficial de Jirau termina exatamente na divisa do Brasil com a Bolívia, fornecendo, assim, todos os elementos necessários para um impacto internacional. 



DOMÍNIO E PRECISÃO

Um esqueleto incomoda muita gente...

Walter A. Neves

Campinas, Editora da Unicamp, 160 p., R\$ 30

O TÍTULO DO NOVO LIVRO de Walter Neves, que integra uma coleção de divulgação da ciência, permite uma infinidade de conjecturas sobre o conteúdo da obra e, sabendo que o autor é um cientista consolidado e instigador, as expectativas aumentam. Trata-se de um texto sobre bioantropologia, escrito com a naturalidade e a precisão de quem há longos anos se ocupa com o tema. Ele explica logo que a bioantropologia estuda a evolução e a diversidade humanas por meio de características biológicas e que pode trabalhar com ossos humanos antigos e com indivíduos vivos. O texto mostra como se manipulam e estudam esqueletos humanos arqueológicos.

O autor tem domínio e segurança em arqueologia, bioantropologia e antropologia ambiental. Fundou e coordena o Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da Universidade de São Paulo (USP), que faz pesquisa e forma pesquisadores. Após anos dedicados aos povos dos sambaquis, concentrou esforços na região de Lagoa Santa, onde criou a teoria da dupla origem do homem americano: uma mais antiga, de indivíduos com feições semelhantes às populações oceânicas (como a célebre Luzia), outra posterior, de feições mongoloides, como as dos indígenas atuais das Américas.

Neves explica que o arqueólogo não é um aventureiro em busca de objetos enterrados há muito tempo,

mas um cientista que recupera o comportamento de sociedades extintas, com base nos objetos encontrados no sítio pesquisado e em sua distribuição. Os achados mais desejados são os esqueletos dos antigos moradores do local, que se tornam fonte quase inesgotável de informações, quando estudados por uma equipe interdisciplinar. Hoje, destacam-se nessas pesquisas o Departamento de Genética e Biologia Evolutiva da USP, o Setor de Antropologia Biológica do Museu Nacional e a Fundação Oswaldo Cruz. Outros centros estão surgindo ou se consolidando.

Cada um dos nove capítulos do livro tem uma parte teórica e outra de situações estudadas, escolhidas prioritariamente nas pesquisas de sua equipe, mas complementadas com estudos de outros especialistas brasileiros e de diversos países. Isso possibilitou apresentar um panorama escalonado de situações referentes a populações brasileiras, americanas e de outras partes do mundo. Os capítulos têm títulos chamativos (como, por exemplo, 'Muita paciência', 'Quem eram meus parentes?', 'A comilança' e 'O pau comia'), e cada um aborda um aspecto do comportamento dos humanos primitivos. No final, Neves faz um balanço da bioantropologia no Brasil e se declara moderadamente otimista.

O livro revela como o bioantropólogo propõe, a partir de achados arqueológicos, resultados para o



comportamento de grupos humanos antigos. Não é tarefa fácil, quer por deficiência de material ou por falta de especialistas. Tais resultados muitas vezes parecem fantásticos e chamam a atenção, como nos casos de Luzia ou dos povos dos sambaquis, mas estas são exceções. A conservação de esqueletos humanos é nula, ou precária, em muitas áreas do Brasil, e poucas instituições contam com a equipe interdisciplinar necessária. Nem por isso diminui a curiosidade sobre a vida dos antigos habitantes do país. Mas não adianta sair por aí para fazer pesquisa levando apenas o livro de Walter Neves: ele não pretende ser um manual de procedimentos.

Na avaliação final, não é possível discordar das palavras de Mariluce Moura, que apresentou o livro: "Difícil, muito difícil, apresentar-se no âmbito da divulgação científica panorama tão abrangente e tão atraente da bioantropologia quanto este trazido à cena por esqueletos humanos graças ao olhar inspirado de Walter Neves."

Pedro Ignácio Schmitz

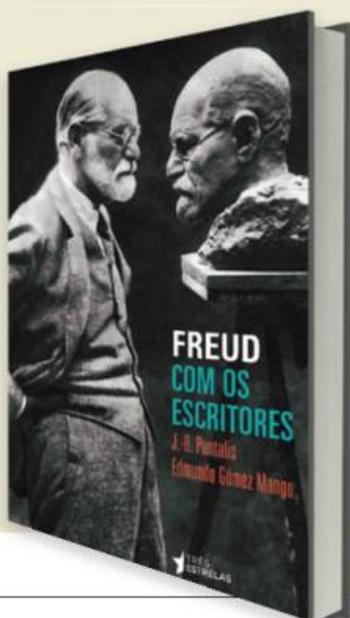
Programa de Pós-graduação em História, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (RS), e Instituto Anchieta de Pesquisas

Freud com os escritores

Edmundo Gómez Mango e J. B. Pontalis

São Paulo, Três Estrelas, 303 p., R\$ 49,90

Sigmund Freud, pai da psicanálise e um dos maiores pensadores do século 20, tinha mais de 20 mil livros em suas estantes. Suas inspirações literárias são agora reveladas nos ensaios do psiquiatra uruguaio Edmundo Gómez Mango e do filósofo francês Jean-Bertrand Pontalis. Sob influência de grandes autores como Shakespeare, Goethe, Schiller, Dostoiévski, Thomas Mann e Stefan Zweig, Freud desenvolveu seus pensamentos e deixou o seu legado, ainda tão estudado e aplicado nos dias de hoje. A cada capítulo, é analisada a relação do pensador austríaco com cada um desses escritores que o marcaram de forma incontestável. Assim, os laços que unem a psicanálise à literatura se mostram mais fortes e estreitos do que muitos imaginam.



Mapa da ciência do Rio de Janeiro

Mauro Osorio (org.)

Rio de Janeiro, Faperj, 2014. 176 p., acesso gratuito no sítio da Faperj

Espécie de dicionário de instituições científicas e culturais, o *Mapa da ciência do Rio de Janeiro* reúne de maneira simples e funcional os principais centros de produção de conhecimento do estado. A obra traz oito mapas e 297 verbetes — organizados nas categorias 'instituições de ensino e pesquisa', 'instituições científicas e tecnológicas', 'incubadoras e parques', 'centros culturais', 'museus', 'bibliotecas' e 'arquivos'. Trata-se de uma atualização das edições anteriores — publicadas em 1999, 2001 e 2004. Hoje, após 10 anos de hiato, esse novo quadro territorial espelha o avanço que o estado teve na área científica desde que passou a cumprir, a partir de 2007, sua obrigação constitucional de destinar 2% da arrecadação tributária líquida à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj). A nova edição é trilingue: os textos são disponíveis e português, inglês e espanhol.

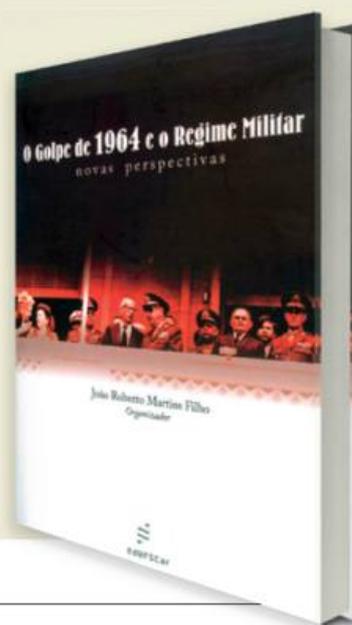


O golpe de 1964 e o regime militar: novas perspectivas

João Roberto Martins Filho (org.)

São Carlos, EdUfSCar, 223 p., R\$ 29

Para marcar os 50 anos do golpe militar, a editora da Universidade Federal de São Carlos decidiu reimprimir esta coletânea que reúne 14 artigos sobre uma das fases mais trágicas e complexas da história brasileira. Os autores escrevem sobre os processos que precederam o golpe, a construção da memória de 1964 a 1985, as diversas formas de resistência à ditadura, as características da esquerda armada, as instituições e políticas específicas do regime, entre outros aspectos desse período. Publicado pela primeira vez em 2006, o livro parece ter sobrevivido bem ao tempo e se mantém como uma boa introdução ao estudo do golpe e da ditadura.



Entre os planos de um cristal

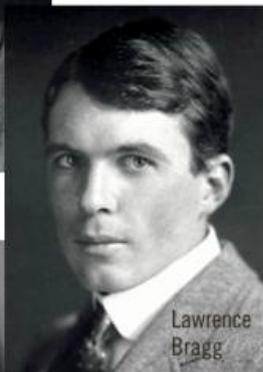
1914. CONSOLIDADA A CRISTALOGRAFIA. A observação da estrutura atômica de um sólido era um desafio para os cientistas na virada do século 19 para o 20. Um evento crucial para solucionar o problema foi a detecção dos raios X por Wilhelm Roentgen (1845-1923), em 1895, o que abriu caminho para os físicos alemães Max von Laue (1879-1960), Walter Friedrich (1883-1968) e Paul Knipping (1883-1935) descobrirem a difração de raios X. Complementada pelo trabalho dos ingleses William Henry Bragg (1862-1942) e William Lawrence Bragg (1890-1971), e pelos métodos criados pelo teuto-americano Paul Ewald (1888-1985) para interpretar os resultados experimentais, a difração de raios X passou a ser explorada para se determinar a estrutura cristalina de sólidos. A importância dessas descobertas – coroadas com o Nobel de Física para von Laue em 1914 e para os Bragg em 1915 – pode ser avaliada pela decisão das Nações Unidas de designar 2014 como Ano Internacional da Cristalografia.

CARLOS ALBERTO DOS SANTOS

Instituto Mercosul de Estudos Avançados,
Universidade Federal da Integração Latino-americana



Max von Laue



Lawrence Bragg



Paul Ewald

Personagens principais da descoberta e consolidação da difração de raios X

POUCAS DESCOBERTAS CAUSARAM tanto impacto na ciência e na tecnologia quanto a dos raios X. Um ano após sua detecção, já haviam sido publicados 49 livros e brochuras e mil artigos científicos sobre o assunto. Em 1901, Roentgen, seu descobridor, receberia o primeiro prêmio Nobel de Física.

Após aparente estagnação, no início de 1912 Max von Laue, Walter Friedrich e Paul Knipping descobririam a difração de raios X, em Munique. Meses depois, William Lawrence Bragg realizou, em Cambridge, experimentos similares e elaborou a Lei de Bragg para a difração de raios X. Em seguida passou a ter a colaboração de seu pai, William Henry Bragg. Era o início da moderna cristalografia.

Em 1914, Laue ganhou o Nobel de Física, por seu pioneirismo em usar cristais como rede de difração para raios X; no ano seguinte, Bragg pai e Bragg filho receberam o mesmo prêmio pelos serviços prestados à análise da estrutura dos cristais por meio de raios X.

A história começou em janeiro de 1912, quando Laue era assistente de Arnold Sommerfeld (1858-1961) e Paul Ewald concluía seu doutorado sob orientação do grande mestre da física alemã. Em uma conversa com Ewald, naquele início de ano, Laue teve a ideia do experimento que resultou na descoberta da difração de raios X. Embora Laue tivesse conhecimento dos cálculos de Ewald, ele não os usou para explicar os resultados experimentais obtidos com Friedrich e Knipping.

Para apreciar melhor a evolução dessa história, convém saber que a difração é um fenômeno que ocorre quando uma radiação eletromagnética incide sobre um objeto ou conjunto de objetos cujas dimensões são similares ao comprimento de onda da radiação. O fenômeno manifesta-se por meio de uma imagem com partes claras e escuras. No caso da luz visível, a difração ocorre para objetos ou orifícios com diâmetros da ordem de 500 nanômetros (1 nanômetro = 10^{-9} m), ou conjunto de objetos e orifícios separados por distâncias dessa ordem de grandeza.

No caso dos raios X, objetos e distâncias devem ter dimensão da ordem de um décimo do nanômetro. Ocorre que essa é tipicamente a distância que separa os planos cristalinos nos materiais sólidos. Portanto, quando um feixe de raios X incide sobre um cristal, ele é espalhado em várias direções, segundo as orientações das famílias de planos cristalinos. O resultado é uma figura de difração, que pode ser projetada em um filme fotográfico; cada ponto luminoso representa uma família de planos cristalinos. Tais pontos formam a rede recíproca, correspondente à rede cristalina real. Uma ferramenta matemática (a 'transformada de Fourier') transforma uma rede em outra. Tudo isso foi elaborado por Ewald para interpretar os resultados experimentais obtidos por Laue e colaboradores e pelos Bragg. Mas, seu trabalho não foi distinguido com o Nobel.

DIFRAÇÃO DE ELÉTRONS E NÊUTRONS Pouco antes da descoberta da difração de raios X, Sommerfeld havia escrito sobre a necessidade de um experimento para comprovar o fenômeno e consolidar a hipótese de que os raios X eram ondas eletromagnéticas. Mas, quando Laue lhe propôs o experimento com cristais, ele achou que não funcionaria, por causa do movimento térmico dos átomos. Felizmente funcionou e, em 1914, o físico norte-americano de origem holandesa Peter Debye (1884-1966) mostrou que as vibrações térmicas em temperatura ambiente não eram suficientes para impedir a difração, embora a atenuassem. A teoria foi aprimorada pelo físico sueco Ivar Waller (1898-1991), e hoje os espectros de raios X são rotineiramente corrigidos pelo fator Debye-Waller para eliminar os efeitos térmicos.

A descoberta de Laue, Friedrich e Knipping foi apenas o primeiro passo para o estabelecimento da cristalografia. Avanços relevantes seriam obtidos em duas ocasiões: primeiro em 1927, quando Clinton Davisson (1881-1958) e Lester Germer (1896-1971) descobriram a difração de elétrons, aumentando de modo considerável a resolução analítica em comparação com a obtida com raios X; depois em 1936, quando Dana P. Mitchell (1899-1966) e Philip N. Powers (1912-1988) produziram a primeira difração de nêutrons.



Primeiro espectrômetro de raios X, elaborado por Sir William Lawrence Bragg. Com o equipamento ele foi o primeiro a mostrar, em 1921, que a estrutura molecular poderia ser determinada com a difração de raios X

Além dos inegáveis benefícios analíticos, essas três descobertas confirmaram definitivamente a hipótese da dualidade partícula-onda, implícita na explicação do efeito fotoelétrico de Albert Einstein (1879-1955), em 1905, e formalizada pelo físico francês Louis de Broglie (1892-1987) em 1924.

RAIOS X E DNA Entre tantos avanços científicos e tecnológicos resultantes do uso da difração de raios X, a determinação estrutural do DNA é um dos mais relevantes, pela repercussão no desenvolvimento da genética molecular e pelas relações sociocientíficas entre os envolvidos na descoberta, similares ao caso da difração e a outros eventos comuns na história da ciência.

No início dos anos 1940, o DNA não era considerado portador do código genético. Mas a percepção dos cientistas foi mudando ao longo da década, até que em 1953 tudo se consolidou em seu favor. No ano anterior, Maurice Wilkins (1916-2004) mostrou a James Watson fotos de difração de raios X de cristais de DNA, obtidas por Rosalind Franklin (1920-1958), com resolução melhor que as obtidas por Wilkins em 1950. Watson logo percebeu que se tratava de uma estrutura em hélice, hipótese confirmada pelo trabalho que ele realizou com Francis Crick (1916-2004).

Na edição de 25 de abril de 1953, a revista *Nature* publicou três artigos sobre o tema: 'Molecular structure of nucleic acids', de Watson e Crick; 'Molecular structure of deoxypentose nucleic acids', de Wilkins, Alex R. Stokes e Herbert R. Wilson; e 'Molecular configuration in sodium thymonucleate', de Franklin e Raymond Gosling.

Em 1962, Watson, Crick e Wilkins ganharam o Nobel de Fisiologia/Medicina pela descoberta da estrutura molecular dos ácidos nucleicos e por seu valor para a transferência da informação nos materiais vivos. Rosalind Franklin não foi premiada. **U**

CIÊNCIA E ESPORTE

Interessante a matéria sobre as possibilidades da interferência da ciência no esporte de alto desempenho [‘No limite’, CH 312, p. 20]. Acredito que essa ferramenta ainda possa trazer melhores resultados nos próximos anos. É necessário aproximar mais os atletas dos cientistas, pelo menos no Brasil, onde se vê muita raça e disposição, mais pouco preparo técnico nesse nível. Recomendando aos interessados outro artigo interessante sobre o tema, porém mais voltado ao ensino de ciências, em especial ao de física, disponível na página da Revista Brasileira de Ensino de Física (www.sbfisica.org.br/rbe).

Daniel

Comentário na CH On-line

PLANTAS E SEXO

O artigo de capa do número 311, sobre a reprodução dos vegetais (‘A intensa vida sexual das plantas’), é muito interessante e traz diversas informações que eram novas para mim. No entanto, discordo da primeira frase da chamada: para mim, o único fato que seria “proibido para menores” seria o de atribuir às plantas normas de comportamento de seres humanos. Talvez o professor Toni Vieira, que escreve na seção de cartas da mesma edição, considere que o autor do artigo seja ‘ranzinza’ e ‘rabugento’, pois o texto recria as plantas por terem atitudes que certos grupos de pessoas não aceitam entre humanos, embora para outros grupos sejam consideradas normais, mesmo entre humanos.

Regina Pinto de Carvalho

Belo Horizonte/MG

PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA

Parabéns pelos oportunos artigos [‘Publicar ou perecer’ e ‘Ciência distorcida’, suplemento ‘Sobrecultura’ 14, p. 3, CH 310]. Gostaria de contribuir incluindo um tópico que é o uso das métricas para o que elas não foram feitas para medir: a qualidade do ensino. Sim, a qualidade da pós-graduação senso estrito (PG), um nível de ensino, tem sido medida quase exclusivamente por essas métricas que, como muito bem relatado pelos autores, têm que ser usadas com cautela (...). Creio que todos concordam que há, sim, relação entre a produção científica e a qualidade da PG (que é um “treinamento em serviço”), mas há outros fatores, talvez ainda mais importantes, que escapam às métricas: a qualidade da proposta pedagógica, a necessidade real dos estudantes daquela região do país, a qualidade das disciplinas, a conversa com o orientador, os seminários, a interação com os colegas etc. A supremacia das métricas na avaliação da PG tem levado a uma distorção nos seus objetivos, que deveriam convergir para a formação de bons mestres e doutores. Tudo o que atrapalha os índices tem sido suprimido ou alterado: menor número possível de orientadores (qual a vantagem para o aluno?), prazos exíguos e fora da realidade (menos ensino é melhor?), disciplinas que passam a servir apenas para gerar mais papers, supressão de disciplinas de base etc. Essas ‘medidas’ são tomadas independentemente do efeito real na formação de nossos mestres e doutores, que tem sido claramente prejudicada. Isso é um fato facilmente verificável e que a comunidade acadêmica brasileira se esforça em mascarar ou simplesmente ignorar, em parte devido ao exuberante crescimento da PG brasileira nas últimas décadas. Mas haverá consequências...

leira nas últimas décadas. Mas haverá consequências...

Acho que concordaremos que as métricas, se forem mal aplicadas para aquilo que foram feitas, são danosas. Portanto, o dano causado por elas à qualidade da PG (não medida diretamente pelas métricas) tende a ser muito maior. Esse é um absurdo (i)lógico que tem se perpetuado e prejudicado enormemente o potencial da PG brasileira. Parece-me que o efeito Mateus aqui é preponderante e serve de força-motriz para a manutenção desse sistema: mais recursos (bolsas) para os que já têm. Ainda que o que eles possam ter não seja, necessariamente, o que é realmente necessário.

Fábio Florenzano

Comentário na CH On-line

DESCOLONIZAÇÃO

O Brasil tem muitas tarefas pela frente, dada a sua grandeza e capacidade/necessidade de crescer. Uma que me parece prioritária é a de ser o agregador cultural mais dinâmico e empenhado no mundo latino, como alternativa à dominância anglo-saxônica na ciência/cultura e nas ideias [‘Descolonização do pensamento’, CH 312, p. 6]. O mimetismo que se nota em algumas elites, em relação aos Estados Unidos e à Inglaterra, deve ser repensado, mantendo-se uma posição pragmática de alternativa sustentável e bem apoiada na qualidade. Num campo mais político, nota-se a atenção com que os sistemas de espionagem (NSA/GCHQ) brindam as empresas e os políticos/intelectuais brasileiros. A poderosa informação anglo-saxônica tem que ser contrabalçada por uma inteligente presença das agências de notícias brasileiras e latinas nas cadeias mundiais de distribuição. Isso não se consegue só com boas intenções: requer grande determinação/perseverança e profissionalismo colaborativo.

Antonio Cristóvão

Comentário na CH On-line

CORREÇÃO

• As fotografias da matéria ‘Embate econômico e ambiental’ (CH 313, p. 34), sobre a luta pela preservação da ilha do Arvoredo, em Santa Catarina, foram publicadas sem o devido crédito. O autor das imagens é João Paulo Cauduro Filho.

Envie para nós seu comentário sobre qualquer texto publicado na *Ciência Hoje*.

Sua opinião é importante.

As mensagens devem ser encaminhadas para a Seção Cartas, no endereço eletrônico abaixo.

cienciahoje@cienciahoje.org.br





FOTO: LUCIANA RODRIGUES

DESAFIO

Imagine um cubo que tenha um 'vazio' no centro dele também na forma de cubo. O que acontece quando o poliedro tem um 'buraco'?

$V - A + F = 2$ continua a valer?

NADA MUDA... E ISSO É BOM

Arrume uma caixa com bolinhas. Pegue um punhado delas de cada vez. Conte-as. Repita a operação e vá somando os resultados. Ao final, teremos o total de bolinhas na caixa. Não importa quantas bolinhas você pega de cada vez: o resultado final é sempre o mesmo. Dizemos que o número de bolinhas é, então, um invariante perante o processo de contagem.

Invariantes são extremamente úteis em matemática, pois permitem classificar objetos diferentes. Exemplo: se duas garrafas têm o mesmo volume, isso não garante que sejam iguais. Mas, se os volumes variam, elas são necessariamente diferentes.

Um invariante inesperado (e muito bonito) foi descoberto, em 1750, pelo matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783). Vejamos. Considere um poliedro – um sólido com faces poligonais, como um cubo ou uma pirâmide.

Agora, conte: i) o número V , de vértices (pontos de encontro de duas ou mais linhas); ii) A , de arestas (linhas de um vértice a outro); iii) F , de faces (regiões delimitadas por linhas). Para um cubo, $V = 8$, $A = 12$ e $F = 6$.

Agora, calcule $V - A + F$. O resultado? Um número simpático: 2. Confira com outros poliedros: o resultado é sempre 2. Esse é o chamado teorema da característica de Euler.

Como podemos provar esse teorema? São três passos. Primeiro, remova uma face qualquer do poliedro – assim, ele se torna uma 'caixa sem tampa' (figura 1).

Note que, como retiramos uma face do cubo original, F passa a valer $F-1$. Com isso, $V - A + F$ diminui em uma unidade.

Segundo passo: 'achate' a caixa no plano (figura 2).

Agora, o 'pulo do gato': traçar diagonais para transformar os polígonos em triângulos 'encaixados'. Note que o número de vértices continuará o mesmo (figura 3). Mas, para cada nova aresta, surge uma nova face.

Terceiro passo: remova um triângulo que tenha um lado (linha vermelha) em contato com

a área externa à figura. Com isso, o número de vértices fica inalterado, mas o número de arestas e o de faces diminui de uma unidade. Assim, $V - A + F$ passa para $V - (A - 1) + (F - 1)$, que resulta em... $V - A + F$. A característica de Euler ficou inalterada. Ótima notícia. O mesmo ocorre ao retirarmos os outros triângulos com essa aresta 'externa'.

Vejamos, porém, o que acontece quando retiramos um triângulo que tem dois lados (em vermelho na figura 4) dando 'para fora'. Agora, o número de vértices diminui em uma unidade, assim como o de faces. No entanto, o número de arestas cai duas unidades.

Teremos $(V - 1) - (A - 2) + (F - 1) = V - A + F$. Invariante!

Prosseguindo assim, reduziremos a figura a apenas um triângulo, que tem $V = 3$, $A = 3$ e $F = 1$. E isso dá $V - A + F = 1$. Como retiramos, no início, uma face do cubo original, nosso triângulo final corresponde, na verdade, à seguinte situação: $V - A + (F - 1) = 1$. Voltando, então, com a 'tampa', teremos $V - A + F = 2$.

Era sagaz nosso amigo Euler, não? Mas façamos jus a outro grande matemático, o francês Augustin-Louis Cauchy (1789-1857): a demonstração acima é dele. **CR**

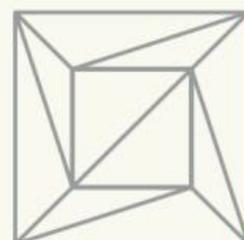


Figura 3

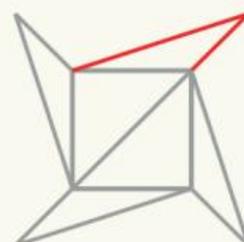
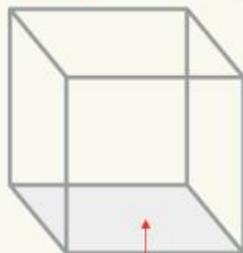


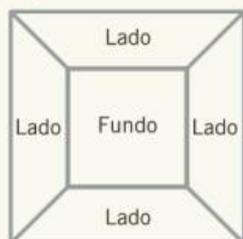
Figura 4

Figura 1



Remover esta face

Figura 2

**MARCO MORICONI**

Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense

moriconi@cienciahoje.org.br

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO A probabilidade de o resultado de um sorteio se repetir na semana seguinte é a mesma probabilidade de qualquer outra sequência. Em outras palavras, a probabilidade de sortearmos 1, 4, 5, 9, 17, 55 – dado que na semana anterior esses números foram os números vencedores – continua sendo 1/50.063.860. Pode apostar!

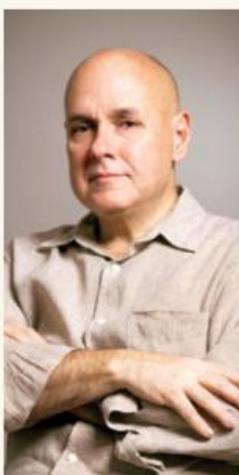


FOTO: CICERO RODRIGUES

É no mínimo discutível a ideia de que a maioria dos brasileiros desejava a deposição de João Goulart. Ao contrário, havia no país forte expectativa de reforma

REVISÕES DE 1964

A marca de meio século que nos separa dos acontecimentos de abril de 1964 tem sido mote para um considerável *boom* editorial. Efemérides, em geral, são boas para que se lancem livros; podem ser, ainda, oportunas para que alguma luz nova seja projetada sobre os acontecimentos em questão e seus desdobramentos. Com efeito, um conjunto de livros a respeito do golpe de 1964 e do mundo que se lhe seguiu tornou-se disponível ao leitor. Alguma pesquisa original e de longo fôlego e muita obra de ocasião, pautada pela data cabalística. Afinal 50 anos, para fins de avaliação histórica, valem tanto quanto 49 ou 51.

A literatura recente sobre 1964 e seus efeitos é de grande valia, quando menos para repor na economia de nossa atenção ao mundo momentos e processos que tiveram imenso impacto na formação do Brasil contemporâneo. Passado o *boom* editorial, seria interessante olhar para o conjunto desse esforço coletivo e nele ver, para além do que pretende revelar, o modo pelo qual constrói suas narrativas e seleciona e ordena os eventos.

O filósofo norte-americano Nelson Goodman, em *Ways of worldmaking* (1978), uma das obras mais inspiradas da filosofia contemporânea, descreve os humanos como “fazedores de mundo”. Não se trata de “fazer mundos” no sentido material, mas de concebê-los por meio de símbolos e, fundamentalmente, da linguagem. Nesse sentido, todo esforço de conhecimento constitui uma modelagem – ou construção simbólica – de mundos.

A tese de Goodman, frequentemente aplicada – inclusive por ele mesmo – à arte, pode e deve ser usada na interpretação de diversas modalidades de narrativa, das ciências ‘duras’ à história. Trazer o passado para o presente não é tarefa simples. Ele virá em pedaços, necessariamente incompleto. A própria ideia de um ‘passado completo’ é absurda, pois pressupõe um observador onisciente e onipresente, atribui-

tos do discurso teológico. Nesse sentido, cabe aos que se ocupam de narrativas históricas buscar um difícil equilíbrio entre a reverência aos fragmentos recolhidos e o necessário exercício da imaginação. As melhores obras da historiografia fazem convergir esses dois aspectos, a um só tempo opostos e complementares.

O *boom* editorial sobre os 50 anos dos eventos de 1964 deve ser avaliado sob essa perspectiva. Um dos aspectos que podem ser ressaltados é o da presença de um ânimo revisionista quanto às razões para o golpe que depôs João Goulart. A proposição central que sustenta tal ânimo é a de que houve forte lastro sociológico ao golpe de 1964. No que tem de explicativo, o argumento é trivial, já que as ações humanas, em geral, são socialmente inscritas. Assim, os golpes de Estado que interromperam o jogo democrático na Argentina (1966), no Uruguai (1972) e no Chile (1973), para citar apenas alguns, tiveram, com certeza, lastro social. O mesmo pode ser dito para experimentos ainda mais dramáticos e letais.

O risco do argumento consiste na normalização sociológica do que poderia ser designado como delinquência constitucional e política. A quebra de uma ordem constitucional e do estado de direito é ato de delinquência política, cuja responsabilização é de natureza imperativa. Do ponto de vista factual, é no mínimo discutível a ideia de que a maioria dos brasileiros desejava a deposição de João Goulart. Ao contrário, havia no país forte expectativa de reforma. Os que a isso se opunham associaram-se ao golpe, em detrimento dos meios constitucionais.

A tese sociológica, quando pretende ampliar o conjunto de atores na urdidura do golpe – em busca, por vezes, de maior escala de responsabilização –, corre o risco de produzir um cenário de anonimato. Golpes de Estado, afinal, não resultam de fatalidades sociológicas. Para o bem ou para o mal, são as escolhas humanas que, ao fim e ao cabo, contam. **CR**

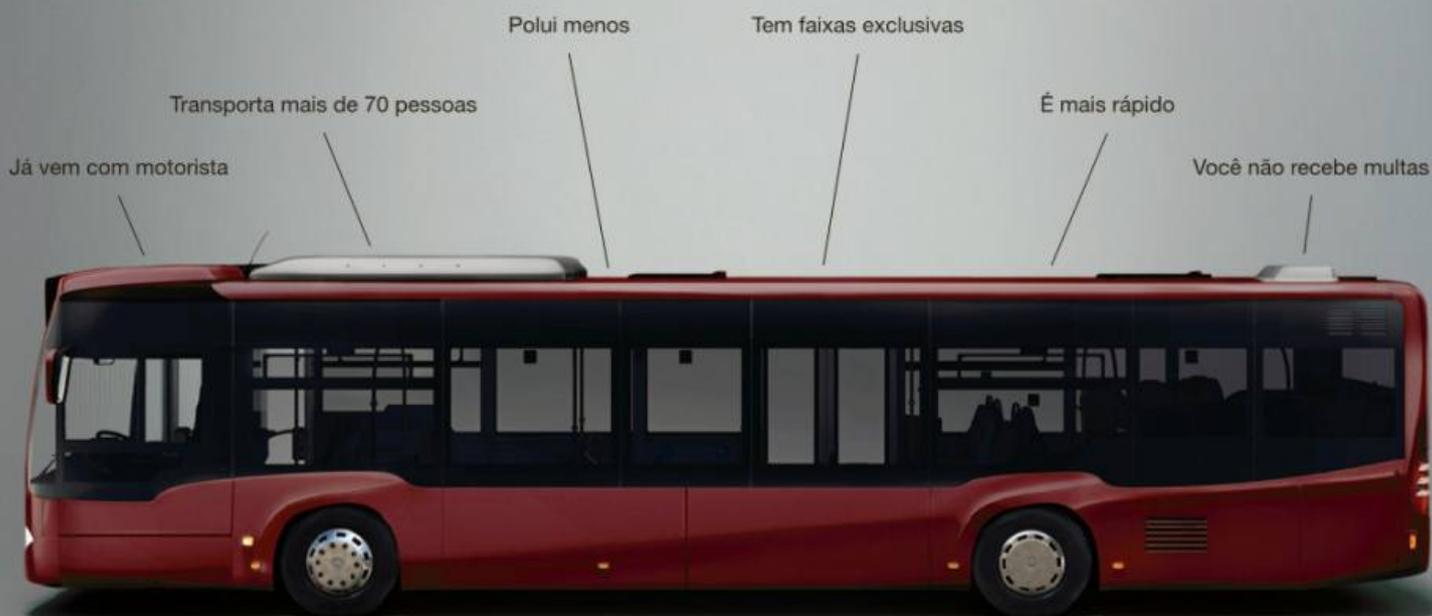
RENATO LESSA

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

A APAVORANTE GELADEIRA DA LAGOA NEGRA



PARE DE CULPAR O VILÃO ERRADO. NÃO JOGUE LIXO NA ÁGUA.



Envie um SMS com a palavra GREEN + SEU NOME para 27800 e saiba como fazer a diferença.

GREENPEACE

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

#CADÊ? o plano de mobilidade urbana
greenpeace.org.br/cade 