

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO CIÊNCIA HOJE

NÚMERO 331 | VOLUME 56 | NOVEMBRO 2015 | R\$ 10,95



O 'flautista' de Moçambique

Médico espanhol fala do uso de ratos no diagnóstico da tuberculose

ECLIPSE DE SOBRAL

Observatório Nacional reúne placas fotográficas do evento que marcou a história da ciência

Estilos da capoeira

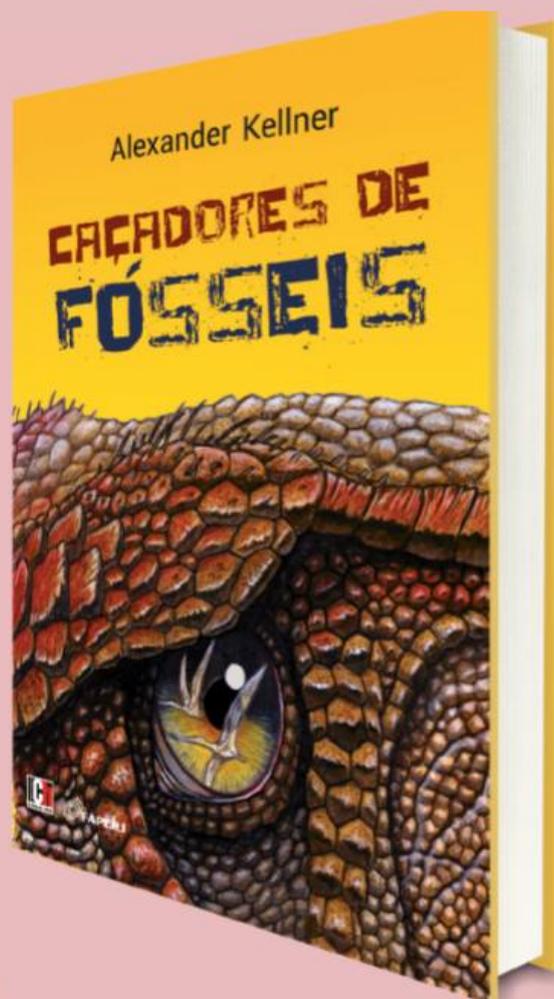
Como o jogo de combate saiu da senzala e ganhou o Brasil

FOTOSSÍNTESE

Mistérios do processo essencial à vida

O paleontólogo Alexander Kellner convida você para uma viagem ao passado da Terra, quando dinossauros, pterossauros, mamíferos gigantes e outras criaturas pré-históricas dominaram a paisagem.

O livro traz uma seleção de 50 textos sobre descobertas da paleontologia feitas nos últimos 10 anos.



CAÇADORES DE FÓSSEIS

Alexander Kellner

216 páginas

colorido

formato 16 x 23 cm

R\$ 40,70



**VISITE NOSSA LOJA VIRTUAL E PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR > WWW.LOJAICH.ORG.BR
OU LIGUE PARA: 0800 727 8999**

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE | Sociedade civil sem fins lucrativos. 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). Conta com o apoio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

ISSN: 0101-8515

DIRETORIA

Diretor Presidente | Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF)
Diretores Adjuntos | Andrea T. Da Poian (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Carlos C. Morel (Fiocruz) • Ivan S. Oliveira (CBPF) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva | Bianca Encarnação
Superintendente de Projetos Educacionais | Ricardo Madeira

CIÊNCIA HOJE | SBPC

Editores Científicos | Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-Rio) e Ricardo Benzaquen de 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) e Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ).

REDAÇÃO

Editores Executivos | Alicia Ivanissevich
Editor de Forma e Linguagem | Cássio Leite Vieira
Editora de Texto | Thaís Fernandes
Setor Internacional | Cássio Leite Vieira
Estagiários | Everton Lopes Batista e Iara Pinheiro
Colaboraram neste número | Laura Chaloub (revisão)

ARTE | Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
 (ampersand@ampersanddesign.com.br)

Diretora de Arte | Claudia Fleury
Programação Visual | Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira
Computação Gráfica | Luiz Baltar

SUCURSAIS

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

PUBLICIDADE | Sandra Soares (gerente) | Rua Dr. 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.

EXPEDIÇÃO | Fernanda Fabres

IMPRESSÃO | EDIGRAFICA

CIÊNCIA HOJE | Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (21) 2109-8999 – Fax.: (21) 2541-5342 | Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

APOIO:



Fotossíntese: muito a conhecer

No Ano Internacional da Luz, impossível não falar do processo essencial à vida na Terra: a fotossíntese. Essa transformação de energia luminosa em energia química começou a ser feita há cerca de 2,4 bilhões de anos por cianobactérias, micro-organismos também chamados – erroneamente, segundo alguns – de algas azuis ou verde-azuladas. O registro fóssil dessas bactérias indica que elas teriam sido as responsáveis pela liberação de oxigênio na atmosfera terrestre. E, com certeza, pela grande mudança na história viva do planeta.

O artigo de capa desta edição examina em detalhe esse transcurso, atentando não só para o indispensável papel da luz na natureza, como também para os perigos de seu excesso para os próprios organismos que dela se ‘alimentam’. O texto também analisa a função da clorofila e os diferentes equipamentos que vêm sendo desenvolvidos para estudá-la. Sim, porque ainda existem muitos segredos da fotossíntese a serem desvendados.

Gostaríamos de dedicar esta edição ao químico Angelo Cunha Pinto, pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro, falecido em 7 de outubro último. Sua última contribuição para a revista está na coluna ‘Exatamente’ deste mês.



CAPA: ESTRUTURA DA FOLHA/
 FOTO YVONNE STEPANOW

Alma generosa, Angelo foi um grande colaborador da *Ciência Hoje*, organizador do livro *Química Hoje* publicado pelo ICH em 2011, um dos primeiros ‘Amigos da ciência’ e um divulgador exímio. Os membros do Instituto Ciência Hoje – e certamente os leitores desta revista – sentirão a sua falta.

A redação

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 TELEFAX.: 11 3539-2000 | cienciasp@cienciahoje.org.br

| | | |
|--------------------------|-----------|---|
| CH ON-LINE | 3 | |
| O LEITOR PERGUNTA | 4 | Sabemos que a inflação é ruim para o país, mas quais são os efeitos da deflação (inflação negativa)? Ela também é prejudicial à economia? A ciência provou que a figura de Nossa Senhora de Guadalupe não tem traços de pintura vegetal ou de fotografia. Então, do que ela é feita? Quais são as causas da gagueira? Existe tratamento eficaz? |
| ENTREVISTA | 6 | EMILIO VALVERDE O ENCANTADOR DE RATOS Pesquisador espanhol coordena projeto que usa animais para detectar tuberculose |
| EXATAMENTE | 9 | NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS CONTRA O CÂNCER Estratégia é adotada para gerar hipertermia magnética e levar fármacos ao tumor |
| MUNDO DE CIÊNCIA | 10 | |
| A PROPÓSITO | 17 | TAMANHO É DOCUMENTO Evolução é passível de experimentação e pode ser observada em período de tempo curto |

FOTOSSÍNTESE — REAÇÕES LUMINOSAS? NÃO..., MAS REQUEREM LUZ

18 Um dos produtos dessa cascata de reações — o oxigênio — permitiu o surgimento da vida complexa na Terra.

Por Ricardo Chaloub

DA SENZALA À ACADEMIA: A DIVERSIFICAÇÃO DA CAPOEIRA

24 Elementos tradicionais do jogo misturam-se com inovações trazidas de artes marciais e de outras manifestações culturais.

Por Cobra Mansa e Matthias Röhrig Assunção

RISCO INVISÍVEL NAS PRAIAS

30 Praias oferecem riscos invisíveis aos seus frequentadores — agentes patógenos associados ao descarte inadequado de lixo e esgoto e à presença de animais.

Por Maria Christina Barbosa de Araújo, Guilherme Maranhão Chaves, Diana Luzia Zuza Alves e Walicyranison Plínio da Silva Rocha

PLACAS FOTOGRÁFICAS DO ECLIPSE DE SOBRAL

34 Sob a guarda do Observatório Nacional, material com quase um século de história será digitalizado e estará disponível para consulta na internet.

Por Carlos H. Veiga, Katia T. dos Santos, M. Luiza Dias e Renaldo N. da S. Junior

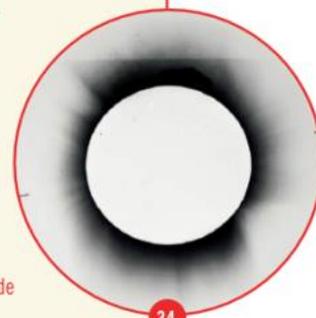
ISSO VAI DAR BODE!

40 Criação de caprinos e ovinos traz graves prejuízos à diversidade da flora da caatinga no Semiárido nordestino.

Por Juliano R. Fabricante, Kelianna C. Targino de Araújo, Deise R. S. de Oliveira, Crislaine P. B. de Oliveira, Raphaela A. Castro e José A. Siqueira Filho



24



34

| | | |
|------------------------|-----------|---|
| CIDADE INTEIRA | 45 | RAZÃO DE SER Cidade pode ter perdido condição essencial de liberdade para se tornar lugar de opressão |
| PELO BRASIL | 46 | |
| ENSAIO | 50 | FUTURO PROMISSOR PARA O PANTANAL Aplicação do Código Florestal Brasileiro gerou solução técnica inovadora no ecossistema |
| | 52 | A MATEMÁTICA DA ÁRVORE GENEALÓGICA Casamentos entre parentes explicam número de ancestrais menor que o previsto |
| CRÍTICA | 54 | ELA NÃO VOLTA MAIS Filme <i>Que horas ela volta?</i> retrata relações no ambiente doméstico que ainda persistem no país |
| FORA DO QUADRO | 56 | SOL, LUA E TERRA: ESCONDE-ESCONDE Eclipse solar parece brincadeira entre estrela, planeta e satélite |
| RESENHA | 58 | LEITURA OBRIGATÓRIA Resenha do livro <i>Assim caminhou a humanidade</i> , de Walter Alves Neves, Miguel José Rangel Junior e Rui Sergio S. Murrieta |
| MEMÓRIA | 60 | MILL SOBRE COMTE 150 anos do livro do filósofo britânico sobre a obra de seu contemporâneo francês |
| CARTAS | 63 | |
| QUAL O PROBLEMA | 64 | QUATRO CAVALOS Xadrez é cenário para desafios matemáticos |

COLUNAS

GALERIA

ENTREVISTA

VÍDEO

FOTO GABRIELA SHAMUTO / CC BY 2.0

**PECUÁRIA > O boi no poder**

Historicamente valorizada no Brasil e cada vez mais expansiva, a pecuária gera problemas sérios ao meio ambiente. Mas traz, ao menos, retorno econômico? Jean Remy Guimarães discute o tema em sua coluna, 'Planeta em transe'.

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

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

CIÊNCIA CIDADÃ > Invasoras a caminho > Biólogo brasileiro cria campanha para monitorar chegada de abelha europeia ao Brasil. Dados coletados com a ajuda da população servirão para estudos sobre o impacto que a espécie causará no país.



FOTO MARCEL / CC BY SA 2.0

FOTO MARK RICHARDS / UC BERKELEY



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

GEOLOGIA > Ainda a extinção dos dinossauros > Estudo apresenta datação mais precisa da sequência de lava basáltica 'Deccan Traps', na Índia. O vulcanismo teria se acelerado após o impacto de um corpo celeste, contribuindo para a extinção em massa ocorrida há 66 milhões de anos, apresenta Alexander Kellner.

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

LIVROS > Ciência: falar abertamente > Disponível de forma gratuita na internet, livro discute o movimento pela ciência aberta, com reflexões teóricas e exemplos práticos dessa nova dinâmica de produção e circulação do conhecimento.



OPENSCIENCE

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

ZOOLOGIA > Tem jabuti nessa árvore! > Comportamento inédito foi observado em jabutis- amarelos na Amazônia: nas regiões inundadas pelas cheias durante alguns meses ao ano, esses répteis nadam, flutuam e se abrigam em galhos altos.



FOTO ALINE FRIEDL

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

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA > Eles querem medalhas > Todos os anos, olimpíadas de ciências engajam estudantes do Brasil em diferentes áreas da ciência – uma maneira divertida e eficaz de envolver os jovens em disciplinas como matemática e física, entre outras.



e muito mais >>>

Acompanhe a CH On-line também no



SILAS BATISTA, CURITIBA / PR

Sabemos que a inflação é ruim para o país, mas quais são os efeitos da deflação (inflação negativa)? Ela também é prejudicial à economia?

A INFLAÇÃO, medida pela variação dos índices de preços ao consumidor, é o sintoma de alguma tensão na economia. A origem de tal tensão pode ser a exacerbação do conflito na distribuição entre lucros e salário, uma deterioração da situação externa (gerando uma forte desvalorização da moeda), um choque de preços de *commodities* (matérias-primas em geral, combustíveis e alimentos comercializados internacionalmente, como soja, milho, trigo etc.), ou a pressão para subir salários e/ou lucros em razão de um desequilíbrio entre a demanda e a oferta da economia, incluindo aí o seu mercado de trabalho.

Os valores das taxas de inflação refletem, por sua vez, a severidade de tais

desequilíbrios. Normalmente, taxas muito elevadas, as chamadas altas ou hiperinflações, estão associadas a processos de ruptura de ordem político-social e, especialmente, de crises, também agudas, das condições de financiamento internacionais. Por outro lado, inflações baixas ou moderadas, valores em torno de 5%, não foram incomuns em países que se desenvolveram com igualdade, como Japão e Suécia. Como mencionado antes, tais valores eram resultado de tensões naturais do próprio processo de desenvolvimento acelerado e, como tal, foram superadas à medida que tais países alcançavam sua maturidade como nações desenvolvidas.

Se baixas inflações podem, como nos casos mencionados, refletir processos

virtuosos de desenvolvimento econômico, deflações são consideradas extremamente problemáticas pela grande maioria dos economistas e, sobretudo, pelos formuladores de política econômica.

Um primeiro aspecto nocivo da deflação se refere à questão do endividamento privado, elemento central em uma economia capitalista. Como as dívidas geralmente são contratadas em termos nominais – certo valor monetário que se reparte em juros e valor principal a serem pagos pelo devedor –, uma deflação tem como consequência a piora da situação de devedores, o que pode levar à incapacidade de honrar tais compromissos, com impactos sistêmicos sobre a estrutura financeira e, conseqüentemente, produtiva, de um país.

Nada garante também que a variação da taxa de juros nominal – anual e não variável – se reduza no mesmo valor da queda dos preços, fazendo com que a contratação de novos créditos fique mais cara, reduzindo ainda mais a demanda agregada (total). Uma deflação de preços historicamente refletiria um mercado de trabalho muito desaquecido, com redução dos salários nominais e, possivelmente, do poder de compra, levando a uma retração do consumo dos trabalhadores e gerando mais impactos negativos sobre a demanda agregada.

Esse movimento cumulativo que pode transformar uma recessão em depressão econômica é conhecido na literatura como espiral deflacionária. É interessante notar que evitá-la, dados seus efeitos nocivos à produção e ao emprego, ou seja, à sociedade como um todo, é preocupação mais premente para gestores de política econômica que a convivência com taxas de inflação relativamente baixas e estáveis, que caracterizam alguns processos de desenvolvimento com mudanças estruturais.

*Carlos Pinkusfeld
Monteiro Bastos*
INSTITUTO DE ECONOMIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

A ciência provou que a figura de Nossa Senhora de Guadalupe não tem traços de pintura vegetal ou de fotografia. Então, do que ela é feita?

ATÉ O PRESENTE MOMENTO, não é possível afirmar que “a ciência provou que a figura de Nossa Senhora de Guadalupe não tem traços de pintura vegetal ou de fotografia”. As referências bibliográficas que citam essa análise não estão entre aquelas que têm um corpo editorial constituído e que somente publicam dados submetidos após rigorosa avaliação pelos pares, em que cientistas reconhecidos são recrutados para prestar uma consultoria, em geral anônima, ao periódico. Os pares, ou revisores, leem o manuscrito e emitem uma opinião objetiva sobre os resultados obtidos. O escrutínio dos revisores envolve várias etapas; por exemplo, eles verificam se a hipótese proposta pelo(s) autor(es) se justifica em termos de uma interpretação lógica dos resultados, se estes são reprodutíveis (isto

é, se os mesmos resultados são obtidos quando os experimentos são repetidos), se a metodologia empregada é adequada e se os experimentos foram devidamente controlados. Após esse exame, os revisores recomendam ou não a sua publicação.

No caso da imagem da Nossa Senhora de Guadalupe, esse trabalho preliminar ainda não foi realizado. Os comentários disponíveis para consulta são, na verdade, oriundos de publicações com acentuado viés religioso e, portanto, não passam de suposições.

Franklin Rumjanek
INSTITUTO DE BIOQUÍMICA MÉDICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



DOMÍNIO PÚBLICO

PEDRO DE SOUZA, RIO DE JANEIRO / RJ

Quais são as causas da gagueira? Existe tratamento eficaz?

A fluência da fala é uma habilidade da linguagem verbal adquirida gradativamente conforme a praticamos, o que requer tempo e treinamento. Os processos desenvolvidos são automáticos e pouco conscientes, o que significa que quanto maior a fluência, menos atenção precisa ser voltada à fala. A gagueira é um transtorno neurológico na habilidade da fluência verbal – quando a pessoa interrompe a fala com frequência, usando os prolongamentos constantes de sons ou as repetições de fonemas, sílabas e palavras, produzindo, muitas vezes, pausas sucessivas.

Em pessoas que gaguejam, os sinais elétricos entre os centros da fala seguem uma sequência imprecisa e sem sincronia. A fala pode ser repetida, prolongada ou bloqueada. Também pode acontecer uma

demora para o acesso de palavra ou para a produção de uma próxima sílaba. Isso se deve a irregularidades, como fissuras ou feixes rompidos na área motora, que impedem que os sinais elétricos sejam transmitidos adequadamente.

A gagueira se inicia na infância, dos 24 meses até os 12 anos. Tem incidência maior no sexo masculino, em uma proporção de quatro meninos para uma menina. É comum crianças que apresentam sintomas disfluentes, mas que vivenciam apenas um período de desenvolvimento linguístico, social, emocional, biológico e neuropsicomotor relacionado às novidades da idade. Elas representam 75% dos casos de gagueira e não terão o transtorno por toda a vida. Contudo, esse grupo de crianças deve ter orientação fonoaudiológica. A outra parcela pode desen-

volver o transtorno propriamente dito, ou seja, um problema crônico, manifestando-se assim como um obstáculo para a comunicação.

Quanto mais precoce o início da fono-terapia, melhores as chances de se obter bons resultados. A disponibilidade dos pais, a assiduidade, o interesse e a facilidade de estabelecer uma comunicação com o fonoaudiólogo são algumas variantes importantes do processo terapêutico. O objetivo da terapia é a reintegração da fluência ou a suavização dos sintomas.

Leila Nagib

AMBULATÓRIO DE TRANSTORNOS
DA FLUÊNCIA (COORDENADORA),
INSTITUTO DE NEUROLOGIA DEOLINDO COUTO,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CARTAS PARA A REDAÇÃO

Av. Venceslau Brás, 71 fundos I
casa 27 | CEP 22290-140 |

Rio de Janeiro | RJ

CORREIO ELETRÔNICO

cienciahoje@cienciahoje.org.br

EMILIO VALVERDE

O ENCANTADOR DE RATOS

O médico Emilio Valverde tem como seus principais auxiliares os ratos. O pesquisador espanhol, formado pela Universidade Autônoma de Madri, é o coordenador de um projeto curioso em Moçambique, no sudeste do continente africano – o uso de ratos para a detecção de tuberculose.

A ideia improvável surgiu na organização não governamental (ONG) Apopo, criada na Bélgica e hoje com braços na Tanzânia, Moçambique, Tailândia, Camboja e Angola. Inicialmente, os ratos eram treinados pela ONG apenas para encontrar minas explosivas; a alta capacidade olfativa desses animais, combinada com o treinamento correto, ajudou a salvar muitas vidas.

Com o início do projeto coordenado por Valverde, em 2013, os ratos heróis passaram a contribuir para identificar uma doença que, apesar de curável, ainda faz cerca de 1 milhão de vítimas fatais ao redor do mundo; Brasil e Moçambique estão no grupo dos 22 países onde ocorrem 80% dos casos de tuberculose do mundo, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (ver 'especial tuberculose' na CH 319).

Em entrevista à *Ciência Hoje*, Valverde conta sobre o projeto que coordena e explica como funciona o método utilizado por ele e sua equipe de roedores.

EVERTON LOPES | CIÊNCIA HOJE | RJ



Quando e como iniciou seu trabalho com a ONG Apopo? Trabalho para a Apopo desde maio de 2012, implementando o Programa de Detecção Acelerada de Tuberculose na cidade de Maputo, capital de Moçambique. Antes de trabalhar para a Apopo, eu era o coordenador clínico de um programa de cuidados e tratamento de HIV na Zambézia, província da região central do país. A Apopo ofereceu-me a possibilidade de combinar as minhas duas paixões profissionais – a pesquisa e a cooperação. Os resultados do trabalho que a organização está realizando em Moçambique têm um impacto direto sobre a saúde da população de Maputo, já que conseguimos diagnosticar um elevado número de casos de tuberculose que, de outra maneira,

passariam despercebidos nas unidades sanitárias do Sistema Nacional de Saúde. Assim, quando a oportunidade de trabalhar com a Apopo apareceu, não tive dúvidas.

A Apopo treinava, inicialmente, ratos para achar minas explosivas e, agora, estende sua atuação para outras áreas. Qual é a principal missão da organização? A principal missão da Apopo, como definida nos nossos documentos fundacionais, é desenvolver tecnologias de detecção com ratos, para oferecer soluções a problemas globais e assim encorajar mudanças sociais positivas.

Qual o quadro atual da tuberculose em Moçambique? Existem altos índices de abandono do tratamento? Moçambique é considerado pela OMS como um dos 22 países com alta carga de tuberculose. A prevalência nacional da doença situa-se em torno de 559 casos por 100 mil habitantes. A situação é agravada pela alta prevalência da infecção por HIV no país, que é aproximadamente de 12% da população. Segundo os relatórios do Programa Nacional de Controle da Tuberculose, a taxa de sucesso do tratamento está em 87% em nível nacional, com índice de 4% de abandono. Porém, o grande desafio do país está no aumento da capacidade de detecção, que atualmente é de apenas 37%, segundo dados de 2013 da OMS. Os esforços da Apopo estão concentrados nesse sentido, tentando colaborar com as autoridades sanitárias de Moçambique para elevar o número de casos diagnosticados e tratados.

Como surgiu a ideia de usar ratos para detectar tuberculose? Por que ratos e não outro animal? A ideia de utilizar os ratos foi de um dos fundadores da Apopo, Bart Weetjens. A ONG já havia empregado os ratos com grande sucesso para achar minas terrestres, e Bart pensou que eles poderiam ser usados também para detectar tuberculose. Ele baseou-se no fato conhecido de que as pessoas com tuberculose têm um cheiro particular, que é facilmente perceptível em fases avançadas da doença. A partir daí, considerando que os ratos têm o sentido do olfato extraordinariamente desenvolvido, achou que eles poderiam detectar a doença em fases mais precoces, contribuindo para interromper o ciclo vicioso da transmissão da tuberculose.

Qual é a espécie de ratos que vocês usam? Quais delas podem ser utilizadas e como são escolhidos os animais? Os ratos que utilizamos pertencem à espécie *Cricetomys gambianus*, também conhecida como rato gigante africano. Pensamos que outras espécies do mesmo gênero poderiam ser treinadas de maneira similar, mas até o momento não fizemos experiências que confirmem isso. São animais pacíficos, dóceis, fáceis de treinar e que

CONSEGUIMOS DIAGNOSTICAR UM ELEVADO NÚMERO DE CASOS DE TUBERCULOSE QUE, DE OUTRA MANEIRA, PASSARIAM DESAPERCEBIDOS NAS UNIDADES SANITÁRIAS DO SISTEMA NACIONAL DE SAÚDE

gostam de realizar tarefas repetitivas. Eles são endêmicos da África Subsaariana, e estão, portanto, bem adaptados ao nosso meio. Os seus requerimentos alimentícios e de habitação são muito simples, e eles têm uma vida útil de aproximadamente oito anos, o que compensa as despesas do seu treinamento.

Como é o processo de treinamento dos animais e quanto ele custa? Os ratos começam o seu treinamento um mês depois de nascer. Em primeiro lugar, eles aprendem a socializar com humanos, ficam acostumados à sua presença e a ser manipulados pelos treinadores. Depois, eles aprendem a deter-se com seu nariz fixo nos orifícios situados em uma cabine de treinamento; para conseguir e reforçar esse comportamento, o rato recebe um prêmio em comida quando fica na posição correta durante três ou cinco segundos. Posteriormente, amostras de escarro são colocadas em baixo dos orifícios, de maneira que o rato pode perceber o cheiro delas quando aproxima seu nariz, e o rato passa a ser premiado unicamente quando indica aquelas amostras que contêm micobactérias [bactérias causadoras da tuberculose]. Dessa maneira, conseguimos que os ratos indiquem exclusivamente as amostras procedentes de pacientes com a doença. O processo completo de treinamento demora cerca de seis meses e, antes de serem considerados capacitados para fazer detecção em amostras clínicas, os ratos devem passar com sucesso por uma série de controles de qualidade. O custo aproximado do treinamento é de 5.000 euros por rato.

Como é realizado o diagnóstico da tuberculose por parte dos ratos? Qual o mecanismo utilizado pelos animais nesse processo? Que sinais o animal apresenta para indicar o resultado positivo ou negativo? Os ratos detectam por meio do seu sistema olfatório uma série de compostos orgânicos >>>

A GRANDE VANTAGEM DOS RATOS

É A RAPIDEZ COM QUE ELES CONSEGUEM

AVALIAR AS AMOSTRAS. UM RATO TREINADO

PODE AVALIAR ATÉ 100 AMOSTRAS

EM MENOS DE 20 MINUTOS

voláteis, que possivelmente são produzidos pelas micobactérias. O rato avalia séries de 10 amostras colocadas embaixo de uma cabine que na base tem orifícios situados acima de cada uma das amostras. O rato vai passando em ordem por cada orifício e, quando encontra uma amostra que tem o cheiro particular da tuberculose, fica com o seu nariz junto do orifício. Às vezes, ele arranha ou morde as bordas do buraco.

O animal se expõe a algum risco, como, por exemplo, o de ser contaminado pela doença? Quando a Apopo começou a experimentar a avaliação de amostras com tuberculose, diversos ratos foram expostos a aerossóis de amostras positivas para a doença. Nenhum deles desenvolveu sinais, sintomas ou lesões compatíveis com a tuberculose. Além disso, as amostras são inativadas por calor quando chegam no laboratório, antes da avaliação pelos ratos. Assim, asseguramos que nem ratos nem os seus treinadores corram risco de ficar infectados por acidente.

Qual o percentual de acerto no diagnóstico? A eficiência desse tipo de diagnóstico é comparável com a do diagnóstico laboratorial? Os ratos identificam corretamente mais de 99% das amostras indicadas como positivas pela microscopia convencional realizada nas clínicas colaboradoras. Eles conseguem identificar também como positivas outras amostras que chegam no laboratório da Apopo com diagnóstico negativo. Quando um rato indica como positiva uma amostra que chegou com resultado negativo, essa amostra é verificada novamente utilizando um método laboratorial mais sensível, que é a microscopia de fluorescência. Unicamente aquelas amostras que se confirmam positivas por microscopia de fluorescência são notificadas às clínicas para a procura dos pacientes. Nos dois primeiros

anos de implementação do projeto na cidade de Maputo, os ratos detectores da Apopo conseguiram aumentar as taxas de detecção de tuberculose nas clínicas colaboradoras em mais de 44%.

Então, se o método atua em conjunto com os métodos laboratoriais já existentes, qual a vantagem da detecção por parte dos ratos? Atualmente, como a metodologia de ratos detectores não está ainda validada, todas as indicações dos ratos devem ser verificadas com um método aceito pela comunidade científica. A grande vantagem dos ratos, para além da sua maior sensibilidade, é a rapidez com que eles conseguem avaliar as amostras. Um rato treinado pode avaliar até 100 amostras em menos de 20 minutos. Em comparação, um técnico de laboratório levaria quatro dias para examinar ao microscópio um número similar de amostras. A Apopo pensa que a indicação mais clara e imediata para o uso de ratos é a redução das grandes quantidades de amostras, como, por exemplo, em grandes cidades com altas taxas de tuberculose, ou em grupos de risco, como detentos ou trabalhadores da indústria mineira.

Como reagem os moradores de Moçambique quando sabem que um rato será o 'doutor'? Eles acolhem bem a ideia quando informados. Para o paciente, o importante é ter o diagnóstico, poder ser tratado e ficar livre da doença. Em qualquer caso, os pacientes não entram em contato direto com os ratos, só recebem os resultados da avaliação.

Seria possível fazer o diagnóstico de outras doenças com os ratos? E com outros animais? Há alguns projetos de pesquisa utilizando cães para o diagnóstico de diversos tipos de câncer, que ofereceram resultados preliminares promissores, mas que ainda precisam de mais dados para serem utilizados de maneira extensiva. Existe também a possibilidade de utilizar os ratos para diagnosticar outras doenças. A principal dificuldade é que os ratos precisam de grandes quantidades de amostras para serem treinados e obter bons resultados, e é muito difícil encontrar doenças tão disseminadas como a tuberculose e nas quais o diagnóstico seja igualmente difícil.

Qual o destino dos ratos que não são mais capazes de realizar a função? Uma vez que atingem a idade limite para realizar sua função, eles são retirados e passam a viver em viveiros especiais nas nossas instalações na Tanzânia e em Moçambique até a sua morte. Alguns ratos que apresentam desempenhos excepcionalmente bons são integrados aos nossos programas de reprodução, no intuito de melhorar progressivamente as características dos ratos detectores da Apopo. 



FOTO: LUCIA BEATRIZ

Após sua administração intravenosa, as *spions* podem ser direcionadas e acumuladas na região tumoral, sob a ação de um ímã

Uma constatação atual é que o número de mortes por câncer vem aumentando em todo o mundo. Os tratamentos são ainda aqueles tradicionais: cirurgia, radioterapia e quimioterapia. Apesar do sucesso do uso de uma variedade de fármacos de origem natural e sintética – inclusive inorgânicos, como os compostos de platina, usados desde o final da década de 1970 –, um dos principais problemas é fazer com que o fármaco chegue ao local da doença.

Essa dificuldade tem levado pesquisadores a investigarem outras estratégias. Entre elas, a que vem se sobressaindo faz uso de partículas com dimensões na casa dos bilionésimos

Spions com tamanhos da ordem de 10 nanômetros – e com forma e cristalinidade que lhes conferem as propriedades magnéticas desejáveis – podem ser preparadas a partir de soluções aquosas de sais de íons de ferro (Fe^{2+} e Fe^{3+}), na presença de uma substância que torna o meio básico (ou seja, baixa a acidez).

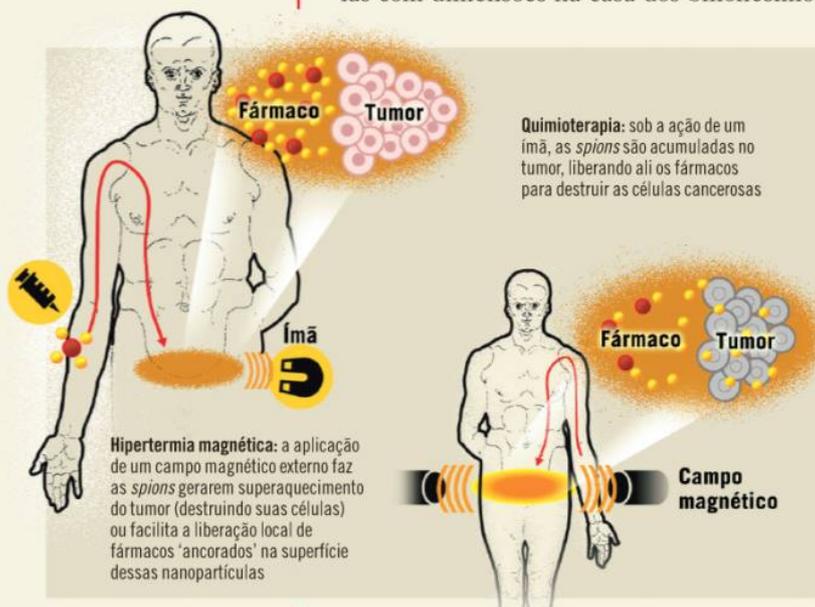
O recobrimento das *spions* com moléculas ou polímeros que não causam rejeição no organismo (biocompatíveis) garante a estabilidade necessária para sua sobrevivência na corrente sanguínea.

Fármacos podem ser incorporados de diferentes maneiras à superfície dessas nanopartículas magnéticas. Após sua administração intravenosa, as *spions* podem ser direcionadas e acumuladas na região tumoral, sob a ação de um ímã (campo magnético externo).

Com a aplicação externa (portanto, não invasiva) de um campo magnético ‘oscilante’ (alternado), de alta frequência, as partículas geram aquecimento local. Assim, as células tumorais – menos resistentes aos aumentos bruscos de temperatura do que as células saudáveis vizinhas – são destruídas. Essa é a chamada terapia por hipertermia magnética.

O aumento da temperatura também pode servir de estímulo para a liberação do fármaco ‘ancorado’ na superfície das *spions*, além de tornar o tumor mais susceptível aos efeitos da quimioterapia e radioterapia. Essa estratégia abre uma nova janela de oportunidades para o tratamento de vários tipos de câncer.

Em sua tese de doutorado, defendida recentemente no Programa de Pós-graduação da Universidade Federal Fluminense (UFF), Gustavo Bezerra da Silva investigou a obtenção de alguns desses sistemas para veiculação de fármacos à base de platina. Seu trabalho foi desenvolvido em parte no âmbito do programa ‘Ciência sem fronteiras’, junto a um grupo do Instituto de Ciências de Materiais de Madri (Espanha), sob a orientação de Maria D. Vargas e Célia M. Ronconi, pesquisadoras da UFF. **CA**



Dois possíveis aplicações das *spions* (nanopartículas magnéticas): na quimioterapia e na hipertermia magnética

ANGELO CUNHA PINTO
Instituto de Química,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

de metro conhecidas como *spions* (sigla, em inglês, para nanopartículas superparamagnéticas de óxido de ferro), que vêm sendo empregadas tanto como carreadoras de fármacos quanto em uma terapia conhecida como hipertermia magnética.

Abundante na natureza – e, portanto, de preço muito baixo –, o ferro está presente em nosso organismo principalmente na hemoglobina do sangue e em enzimas. Além disso, é facilmente metabolizado por nosso corpo.

DESTAQUE > ECOLOGIA > ÁREA DE ACIDENTE NUCLEAR TEM HOJE VIDA SELVAGEM DE RESERVA NATURAL



Chernobyl: humanos versus radioatividade

Experimento mental: pegue uma área com cerca de 4 mil km². Agora, pense em duas situações: i) ponha nessa área cerca de 100 mil pessoas morando, plantando, caçando e desmatando; ou ii) cause nela o maior acidente nuclear da história. Cerca de 30 anos depois, em qual delas a vida selvagem estaria mais danificada?

Você pode dizer que são coisas incomparáveis, pela quantidade de variáveis envolvidas. Perfeito. Mas, apesar da complexidade dos dois cenários, o levantamento mais longo e completo até agora chegou à seguinte conclusão: a vida selvagem em Chernobyl (Ucrânia), local do maior acidente nuclear da história, está indo muito bem. Essa conclusão fica ainda mais surpreendente quando lembramos que a explosão da usina, em 1986, causou devastação ambiental sem precedentes.

O próprio comunicado de imprensa de uma das universidades envolvidas no levantamento dá bem o tom da comparação: “Humanos são mais deletérios para a vida selvagem do que um desastre nuclear”. Simples assim. Direto assim.

Logo depois do acidente, foram retiradas dos arredores de Chernobyl cerca de 116 mil pessoas. De lá para cá, o local ficou isolado. E lá, segundo o estudo, cresceu o número de veados, alces, javalis, lobos e cavalos selvagens, entre outros animais. Os números, dizem os autores, são similares àqueles de quatro reservas ambientais na região, livres de acidentes nucleares.

Outras duas conclusões do estudo: i) radiação em altas doses parece não ser tão deletéria quanto se pensava; ii) a natureza parece ter maior capacidade de se recompor do que se imaginava.

O levantamento mostra que a única

espécie a sofrer uma queda no número de indivíduos foi a dos javalis. Causas: predação por lobos, cuja população aumentou vertiginosamente, e uma doença que nada tem a ver com radiação.

“A região de Chernobyl é uma área experimental fascinante, pois nos possibilita investigar a transferência e os efeitos da radioatividade em longo prazo. Já foram feitos muitos experimentos em laboratório sobre os efeitos da radiação em animais e plantas, mas estes são geralmente de muito curto prazo”, disse Jim Smith, da Universidade de Portsmouth (Reino Unido) e coordenador da equipe.

Os resultados estão em *Current Biology* (05/10/15) e descartam a hipótese de esses animais terem migrado de outras regiões para Chernobyl. O estudo não inclui dados sobre a saúde e o sucesso reprodutivo da fauna local.

FOTO: J. SMITH

>>>

VERSÕES DE UM FATO Tom Hinton, da Universidade de Fukushima (Japão), local do segundo maior acidente nuclear da história, disse que os dados apresentados no artigo ajudarão a entender naquela região os impactos de longo prazo da radioatividade.

A posição das grandes ONGs ambientais em relação à energia nuclear tem sido dúbia e variada com o tempo. Ora a tecnologia é a 'filial do inferno' na Terra; ora é 'verde', por não desmatar e inundar áreas imensas; ora volta a ser ruim (depois de um acidente, como o de Fukushima).

Vale lembrar que 1 kg de urânio — que ocupa volume equivalente ao de uma xícara de cafezinho — gera a mesma energia que 2 milhões de litros de óleo diesel. Mais: o acidente de Chernobyl foi causado por falha humana — e não da tecnologia —, e o de Fukushima, por uma onda gigante, originada por um terremoto. Quanto ao primeiro, pode-se dizer que, na aviação, por exemplo, ocorrem muitas falhas humanas, mas ninguém pede o fim dos aviões. Quanto ao segundo, pode-se afirmar simplesmente que houve um acidente nuclear depois de um terremoto e que, talvez, muitas pessoas venham a desenvolver câncer por conta disso. Ou que a usina, afinal de contas, resistiu ao tremor e que até agora não houve mortes por exposição direta à radiação.

Números nos contam outra face dos fatos. O acidente nuclear de Chernobyl matou, nos primeiros cinco anos, 71 pessoas e, segundo estimativa conservadora de 2005, da Organização das Nações Unidas, o número máximo de pessoas que



Fauna na região de Chernobyl (Ucrânia), cerca de 30 anos depois do pior acidente nuclear da história. Bisões (página ao lado). A partir de cima, da esquerda para a direita: doninha, martim-pescador, lobo e alces. Abaixo, grupo de javalis e, na outra página, os cavalos-de-przewalski

VALENTY YORHO



possivelmente morreriam pelos efeitos tardios das radiações poderia ser 4 mil. Nos últimos 60 anos, acidentes relacionados à energia nuclear produziram uma média estimada de 91 mortes por ano. De 1979 a 2009, acidentes ligados à energia hidroelétrica (rompimento de barragens, por exemplo) causaram, em média, 95 mortes/ano. De 1980 a este ano, essa taxa para a energia fóssil (soterramento e explosão em minas, incêndios por óleo, explosão por gás) é, em média, de 233 mortes/ano. A aviação comercial, de 1960 a este ano, teve cerca de 100 acidentes, com quase 19,5 mil mortes, com a média anual de 350 vítimas.

Tanto em Fukushima e (muito provavelmente) em Chernobyl, houve muito mais vítimas por conta das evacuações forçadas ou pelo alarde (sem fundamentação científica) feito sobre os efeitos posteriores da radiação — e a mídia, nesse sentido, ajudou bastante. Pessoas passaram a pensar que não escapariam da morte e, assim, adotaram estilos de vida de risco (álcool, sexo inseguro, drogas, violência etc.), e a expectativa de vida diminuiu bastante. Especialistas mostram, com base em dados científicos, que as populações poderiam retornar à região de Fukushima. Mas o governo japonês resiste a isso.

O resumo de tudo isso (lição que jornalistas conhecem) é: há várias versões para o mesmo fato. E isso vale também para a energia nuclear. Se você desconhece, tem dúvidas ou é contra o uso da energia nuclear, vale ver — para alargar horizontes — ‘Fukushima and Chernobyl: myth versus reality’ (Fukushima e Chernobyl: mito *versus* realidade), aqui (só em inglês): <http://bit.ly/1OCnXXQ>. Ou ‘Pandora’s promise’ (A promessa de Pandora), com legendas em português aqui: <http://bit.ly/1MqWlQY>

Você pode dizer que são peças de propaganda. Mas, nesse caso, a teoria da conspiração requereria que cientistas de renome internacional estivessem mancomunados com as ‘forças do mal’, seja lá o que isso quer dizer.

CIÊNCIAS AMBIENTAIS

LIXO PLÁSTICO: ESPERANÇA EM UM VERME

Não, não olhe com desprezo ou repulsa para os vermes que ilustram esta nota. Neles, deposita-se grande esperança, detalhada em artigo recente: um planeta mais limpo, com menos lixo.

Como sempre se diz nesta seção, a natureza — caso o *H. sapiens* não a destrua totalmente — tem muitas lições a dar. Uma delas: bactérias do intestino do bicho-da-farinha (larva do besouro *Tenebrio molitor*) podem biodegradar isopor e outras moléculas que pertencem ao grupo dos chamados poliestirenos.

A equipe de Wei-Min Wu, da Universidade Stanford (EUA), mostrou, pela primeira vez, como ocorre esse processo no intestino da larva. E as notícias são alvissareiras: até agora, o isopor era tido como não biodegradável.

Nos experimentos, 100 larvas comeram entre 34 e 39 miligramas de isopor por dia (volume de um pequeno comprimido). Segundo os autores, elas permaneceram saudáveis depois dessa dieta. Metade do isopor foi transformada em gás carbônico; o restante, em excrementos biodegradados que, segundo Wu, poderiam ser usados como adubo. Os resultados estão em *Environmental Science and Technology* (21/09/15 online).

FÍSICA APLICADA

FÓSSEIS EM ALTA RESOLUÇÃO

Quando se encontra um fóssil, o que se quer é, a partir daqueles restos, extrair dali o máximo de informação possível. Por exemplo, se for um animal, conhecer sua dieta, como ele vivia, sua distribuição geográfica... Ou seja, quanto mais detalhes, maior a chance de se reconstruir e ampliar o cenário no qual aquele espécime viveu. Agora, um grupo de pesquisadores brasileiros aprimorou uma técnica que permite aumentar bastante a quantidade e qualidade da informação que se pode obter desses registros do passado, permitindo que o fóssil — como se diz popularmente — ‘saia bem na foto’.

Uma técnica promissora para obter informação detalhada de fósseis é por meio do uso de microscópio eletrônico de varredura. Traduzindo: nesse equipamento, um feixe muito focalizado (‘fino’) e energético de elétrons incide sobre a amostra e, assim, é capaz de obter imagens de altíssima resolução, que se assemelham a imagens em três dimensões. No entanto, a equipe de Amauri de Paula, do

Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, incrementou a técnica, e, com isso, obteve imagens muito mais definidas de um fóssil.

A estratégia de Paula e colegas foi aproveitar duas outras fontes de informação enquanto o feixe de elétrons varria a amostra — no caso, um fóssil de camarão que viveu há milhões de anos na bacia do Araripe, no Ceará, área mundialmente conhecida pela riqueza de fósseis.

A primeira das fontes adicionais foram os elétrons que colidem com os átomos da amostra e ricocheteiam de volta. A segunda foram os raios X emitidos pelos átomos do fóssil, quando estes últimos são atingidos pelos elétrons do feixe — cada átomo, ao ser atingido por um elétron, emite raios X com energia que revela sua identidade química.

A tarefa de varrer uma amostra com 280 mm² não foi das mais fáceis, pois essa é uma área bem grande para os padrões usuais de um microscópio eletrônico de varredura. Isso obrigou a equipe de



FATIMA DE FREITAS



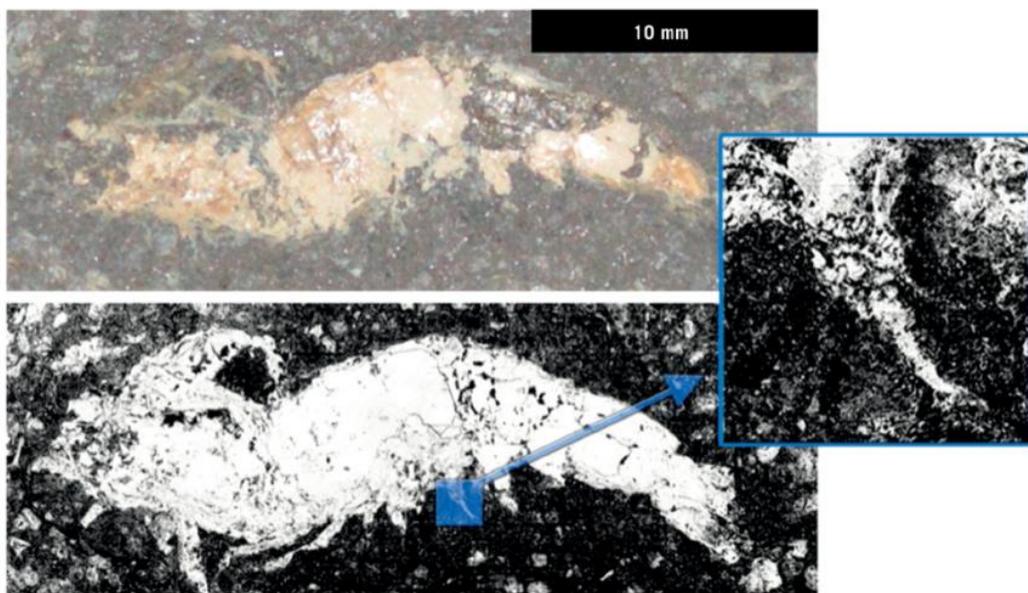
YU WANG

Bicho-da-farinha alimentando-se de isopor

Em pesquisas anteriores, Wu e colegas já haviam mostrado que a larva da traça-indiana-da-farinha (ou larva da mariposa-da-farinha) pode biodegradar polietileno, plástico usado nas (famigeradas) sacolas de supermercado.

Agora, membros da mesma equipe planejam investigar se o bicho-da-farinha e larvas de outros insetos podem biodegradar polipropileno (usado em tecidos e em veículos), microesferas (usadas em exfoliantes cosméticos) e os chamados bioplásticos (à base de milho e metano). Outra frente de estudo é tentar encontrar uma versão marítima do bicho-da-farinha, pois parte desse lixo acaba nos mares e oceanos.

Espera-se que os resultados dessas linhas de pesquisa levem a novas formulações de plásticos biodegradáveis ou à descoberta de enzimas que degradem plásticos.



AMOURI J. PAULA ET AL. / ANALYTICAL CHEMISTRY / AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Acima, fotografia do fóssil, camarão com cerca de 3 cm de comprimento. Abaixo, imagem em alta definição, obtida por microscópio eletrônico de varredura. No destaque, ampliação que permite observar detalhes da pata-nadadora (pleópodo)

brasileiros a montar um 'quebra-cabeça' de aproximadamente 3,6 mil diminutas imagens.

No entanto, ao final dos trabalhos, depois de reunir informações dos elétrons ricocheteados e dos raios X, Paula e colegas chegaram a uma imagem muito mais detalhada e que possibilitou ver contornos até então 'invisíveis' do crustáceo. Por exemplo, as antenas do

camarão. Esses e outros resultados do estudo estão em *Analytical Chemistry* (06/09/15 online).

Além de detalhes sobre a morfologia do camarão e de sua composição química, as imagens de altíssima resolução permitiram duas outras observações inusitadas: i) o crustáceo sofreu um processo de fossilização muito raro e pela primeira vez observado em uma peça recolhida na ba-

cia do Araripe; ii) o fóssil, ao longo de milhões de anos, desenvolveu um padrão em sua estrutura semelhante ao de um fractal, ou seja, um padrão que sempre se repete, independentemente do grau de ampliação ao qual o submetemos.

A nova técnica abre caminho para uso em vários outros tipos de fósseis e outras superfícies de materiais, como polímeros, metais e cerâmicas.

SINTONIA FINA

Homossexualidade e DNA?

Por que, por vezes, em um par de gêmeos univitelinos – ou seja, com o material genético idêntico – um é heterossexual e outro homossexual? Uma possível resposta para essa pergunta acaba de ser dada por uma equipe de geneticistas norte-americanos.

Tudo o que vem a seguir são evidências com boa base científica. Ou seja, ciência bem-feita. No entanto, nada além de evidências. Portanto, conclusões provisórias. E esses resultados estão sendo relatados aqui ('Sintonia Fina'), porque foram apresentados no último encontro anual da Sociedade Norte-americana de Genética Humana – ou seja, não foram publicados ainda.

Tuck Ngun, um dos pesquisadores da equipe de Eric Vilain, da Universidade da Califórnia em Los Angeles (EUA), analisou pequenas 'diferenças genéticas' em regiões do DNA de 37 pares de gêmeos univitelinos em que um dos irmãos era heterossexual e outro homossexual. Fez o mesmo para outros 10 pares (também univitelinos) em que ambos eram homossexuais.

As tais 'diferenças genéticas' são as chamadas 'metilações'. Em termos simples, elas são grupos de átomos (um de carbono ligado a três de hidrogênio) – denominados grupos metil – que 'se penduram' no material genético (DNA), sem alterar a composição básica deste último, mas com alguma influência em ligar ou desligar genes. 'Penduricalhos' como os grupos metil têm o nome técnico de marcas epigenéticas. Algumas dessas marcas, mostram pesquisas recentes, podem ser transmitidas para os descendentes.

Ngun observou 140 mil regiões do DNA dos gêmeos. Depois de uma análise complexa, ele identificou cinco delas em que os padrões de metilação pareciam estar ligados à orientação sexual. A partir daí, ele dividiu os gêmeos 'discordantes' (com orientação sexual distinta) em dois grupos e, com base nos padrões encontrados nas cinco regiões, tentou prever a orientação sexual dos membros do segundo grupo de gêmeos. Segundo Ngun, os acertos chegaram à casa dos 70%. Um alerta feito pelos autores: esse percentual serve apenas para os voluntários estudados e não para população em geral.

Ou seja, são restritos. E, vale lembrar, provisórios.

Um marco na busca científica por bases biológicas da homossexualidade ocorreu – não sem grande polêmica social e científica –, em 1991, quando Simon LeVai, pesquisador britânico e homossexual assumido, mostrou, com base na necropsia de poucos corpos, haver evidências de que poderiam existir diferenças entre regiões do cérebro de homossexuais e heterossexuais – mais especificamente, no hipotálamo, ligado ao comportamento

sexual. Houve grande repercussão na mídia à época e debates acalorados. Anos depois, ele ressaltou que não havia provado que a homossexualidade tem base genética.

No entanto, a busca por tal base seguiu. Ainda em 1993, outro estudo mostrou que, se houvesse um ou mais genes ligados à homossexualidade, eles estariam no cromossomo X.

Os tais genes nunca foram identificados.

Procurar genes para a homossexualidade levava a um paradoxo: por que gêmeos univitelinos não eram ou 100% héteros, ou 100% homossexuais – afinal, eles têm material genético idêntico. Estudos mostram que, para homens, se um dos gêmeos for homossexual, o outro tem apenas de 20% a 50% de chance de ser também homossexual. Levantamentos indicam que de 2% a 5% da população mundial são homossexuais.

De certa forma, o caminho da genética se enfraquecia. Mas outro, o da epigenética, ganhava força, como mostra reportagem de Michael Balter, para a *Science News* (<http://bit.ly/1Rwrc2U>).

Há cerca de três anos, surgiu um trabalho que chamou a atenção na relação entre marcas epigenéticas e homossexualismo. Foi feito por William Rice, da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara (EUA). Em termos simples, o que Rice propõe é que marcas epigenéticas das mães passariam para os filhos, e as dos pais para as filhas. A consequência disso é que, no ambiente uterino, essa 'herança' mudaria a sensibilidade do feto para a testosterona (hormônio masculino), 'feminizando' o cérebro dos fetos masculinos e 'masculinizando' o dos femininos.

Os resultados de Vilain e Ngun se encaixam nessa linha epigenética, mas o trabalho não estabeleceu relação com a sensibilidade à testosterona. Também não se sabe por que o ambiente uterino da mãe, no caso de gêmeos com orientação sexual discordante, deixaria marcas em um feto e não no outro. Como relata Balter, trabalho anterior de Vilain e Ngun levanta a hipótese de que essa diferença de metilação pode ser causada pelo local no útero em que cada feto se desenvolve.

Em resumo: a epigenética aplicada ao entendimento da homossexualidade é, como toda área nascente, cheia de dúvidas.

Para quem se interessa pelo assunto, vale (muito) ler (ou assistir a) uma entrevista (em inglês) de Vilain (<http://www.lgbtsociety.org/eric-vilain/>). Nela, ele faz um balanço do que a ciência sabe (ou não sabe) sobre as influências biológicas e ambientais na homossexualidade, desfazendo muitos mitos lançados pelo ativismo homofóbico.

ONDAS: PARALISIA E NEURÔNIOS

Talvez, ofuscado pela notícia sobre água em Marte, esse feito tenha passado praticamente despercebido na mídia. Mas é um avanço e tanto e grande esperança para pessoas com problemas graves de locomoção. Um homem com as duas pernas completamente paralisadas conseguiu andar usando apenas ondas cerebrais.

O paciente, com 26 anos de idade, voltou a andar sem a necessidade de cirurgia, implantes cerebrais ou mesmo daqueles 'esqueletos' de metal que dão sustentação ao corpo. A técnica envolveu apenas uma touca (semelhante à usada em exames de eletroencefalograma), eletrodos nos dois joelhos e um computador.

Para andar, bastou ele pensar em andar.

Houve, no entanto, um preparo anterior. Primeiramente, o paciente — que havia sofrido uma lesão na medula espinhal cinco anos antes — treinou, em um ambiente virtual, como controlar mentalmente um avatar (personificação dele mesmo). Depois, as pernas foram submetidas a sessões de musculação e estimuladas pela passagem de correntes elétricas.

Com a touca, os eletrodos no joelho e o corpo suspenso a 5 cm do chão, o paciente começou a tentar estimular os movimentos das pernas a partir dos sinais cerebrais. Depois de quase 20 sessões, veio a parte crucial.

Vestindo um sistema que sustentava seu peso e evitava quedas, Adam Fritz conseguiu traduzir as ondas cerebrais em movimentos das pernas. Com isso, caminhou 3,66 m. Talvez, poucos passos para ele, mas grande salto para as neurociências. A distância e o fato de ele estar sustentado não importa muito. Importa, sim, a transferência dos sinais cerebrais para as pernas em uma técnica não invasiva. Como disse um dos autores, mesmo depois de cinco anos de paralisia, o cérebro foi capaz de enviar sinais cerebrais robustos.

Foi a primeira vez que uma pessoa paraplégica por lesão na medula espinhal foi capaz de andar sem ter a ajuda de pernas robóticas.

Os resultados da equipe, liderada por An Do, da Universidade da Califórnia (EUA), estão no periódico de acesso livre *Journal of*

Neuroengineering and Rehabilitation (24/09/15).

O que se obteve foi a prova de um conceito: a técnica funciona. De agora em diante, é aperfeiçoá-la. A própria equipe já planeja, para melhorar o controle, testá-la com implantes cerebrais, em vez da touca de eletrodos. Segundo os autores, os implantes irão melhorar a percepção, além de levarem impulsos nervosos de volta ao cérebro.

Também na linha 'sem implantes', outro avanço marcou estas últimas semanas. Pesquisadores acabam de dar mais um passo para estabelecer uma nova área das neurociências: a sonogenética. Sim, por enquanto, neologismo, mas é possível que, daqui para frente, ouçamos cada vez mais o termo.

Definição simples: sonogenética é a área em que se estuda como 'ligar' neurônios com o uso de ultrassom — o mesmo tipo de onda usado nas ultrassonografias.

O mais novo avanço na área foi da equipe de Sreekanth Chalanasi, do Instituto Salk para Estudos Biológicos, na Califórnia (EUA). Os pesquisadores conseguiram ligar neurônios específicos do sistema nervoso de um verme. Para isso, adicionaram uma 'chave' a essas células nervosas.

No caso, a chave é uma proteína (TRP-4) da membrana dos neurônios que se abre ao receber um pulso de ultrassom. E, ao se abrir, permite que íons (átomos que ganharam ou perderam elétrons) entrem nas células. Quando isso ocorre, o neurônio está 'ligado'.

A equipe adicionou a TRP-4 a neurônios nos quais a proteína não está naturalmente presente. Com pulsos ultrassônicos, os pesquisadores conseguiram fazer o verme *Caenorhabditis elegans* reverter o sentido do movimento, frear o deslocamento e fazer 'curvas fechadas'. Esses experimentos estão descritos em *Nature Communications* (15/09/15).

Os autores acham que a técnica poderia fazer 'ligar' outras células do organismo (coração, músculos etc.), bastando que seja introduzida nelas a 'chave' proteica. Mais: diferentes frequências de ultrassom poderiam ligar chaves distintas e, portanto, células diferentes.

A ideia da equipe é agora testar essa técnica em camundongos. No entanto, nesse caso, os animais não produzem a TRP-4. Portanto, uma questão — também válida para humanos — é como levar essas chaves proteicas até os neurônios de modo seguro. Ainda não há resposta para isso.

A optogenética, desenvolvida na última década, faz algo semelhante. Mas, em vez de som, usa luz de variadas cores para ligar diferentes 'chaves'. No entanto, é invasiva, pois cabos de fibra óptica têm que ser implantados no cérebro para ativar os neurônios.



CHRISTINE E. KING, PO T. WANG, COLIN M. MCCORMICK, CATHY CY. CHOU, AN H. DO, ZORAN NENADIĆ



Paciente paraplégico em treinamento em ambiente virtual. Acima, caminhada de quase 4 m, controlando as pernas com ondas cerebrais

Marte: água! Só água...

A notícia do mês foi, sem dúvida, o 'mistério' marciano. Dependendo do quanto o(a) leitor(a) segue os acontecimentos da área, a reação pode ter sido 'Água em Marte!' ou 'Ah... Era só água... E salgada'. Claro que a pergunta seguinte foi: "E isso é prova de que poderia haver vida lá no planeta vermelho?". Resposta: não. Mas é uma condição, digamos, básica.

As evidências – não mais do que isso – de que corre água salgada no verão marciano (cerca de 20°C negativos) foram publicadas em *Nature Geoscience* (28/09/15). Na imagem, elas são as 'franjas' marrons (com até centenas de metros de comprimento) no sopé da elevação – talvez, o(a) leitor(a) fique também decepcionado ao saber que a figura é colorizada artificialmente. Marte é desértico e vermelho.

Em 1996, a *Science* publicou artigo no qual cientistas da Nasa (agência espacial dos EUA) diziam ter achado 'fósseis bacterianos' no meteorito marciano ALH84001. Ano passado,

resultados semelhantes voltaram à literatura em outro meteorito. Mas a verdade é que poucos especialistas têm levado a sério os tais 'fósseis' marcianos.

E é muito provável que, até que os humanos ponham o pé no planeta vermelho, ficaremos sem resposta sobre se há ou não companhia para nós no universo. Por enquanto, missões a Marte só parecem fáceis no cinema, como no recente *Perdido em Marte*. Até lá, os terráqueos parecem que continuarão divididos entre os grupos 'Água!' e 'Só água...'

No final do século 19, por meio da radioatividade, mostrou-se que a Terra tinha bilhões de anos – e não milhares, como diz a *Bíblia*. Isso obrigou cristãos e judeus a aceitar que os textos sagrados não eram literais (*Nature*, 27/11/03). Se vida for descoberta em Marte – mesmo que seja do tipo com a qual não se pode conversar –, é bom que, desde já, autoridades religiosas comecem a pensar em uma boa razão para explicar por que ela existe fora do 'planeta escolhido'.



FOTO: CICERO RODRIGUES

A equipe constatou que a anatomia das plantas invasoras efetivamente selecionou uma população de abelhas mais compatível do ponto de vista do comprimento de suas línguas

TAMANHO É DOCUMENTO

Dois dos argumentos preferidos dos que duvidam da solidez da evolução darwiniana são: “a evolução é uma teoria que não pode ser testada experimentalmente” e “a evolução não pode ser observada”. Essas declarações se baseiam no fato de que a maior parte dos exemplos de processo evolutivo envolve situações demoradas e que, portanto, não podem ser acompanhadas em tempo real. Estamos falando aqui de milhares ou milhões de anos para que certas características sejam introduzidas e/ou eliminadas de determinadas espécies. Um caso típico é o da baleia que descendeu de um mamífero terrestre ancestral – o *Pakicetus* – que viveu há cerca de 50-60 milhões de anos e, ao longo do tempo, perdeu os membros traseiros, substituindo-os gradualmente por nadadeiras.

Mas a evolução tem exemplos para satisfazer a tudo e todos. Em artigo publicado em setembro na revista *Science* (v. 349, n. 6.255, p. 1.541-1.544), Nicole Miller-Struttmann e colaboradores fizeram interessantes observações de duas espécies de abelhas do gênero *Bombus* – *B. balteatus* e *B. sylvicola* –, que buscam seu alimento em flores que crescem em altas altitudes. Por causa do aquecimento global, as flores que cresciam nos cumes das montanhas Rochosas, nos Estados Unidos, onde foi realizada a pesquisa, escassearam consideravelmente nos últimos 34-40 anos. Também em razão do aquecimento, as espécies de plantas subalpinas ocuparam o território de suas congêneres nos cumes. A propósito, os autores comentam que as regiões alpinas, em especial a sua flora, podem ser consideradas sensores precisos do aquecimento global.

No caso das abelhas, estas conseguem alimento usando suas línguas, que penetram no tubo formado pela corola (conjunto de pétalas) da flor para coletar o néctar. A equipe de Miller-Struttmann estudou espécimes das duas espécies de abelhas coletados entre 1966 e 1980 e mediu o comprimento de suas línguas. Depois, comparou essas medidas com as de abelhas modernas (2012-2014) e verificou que as línguas encurtaram significativamente, sobretudo na espécie *B. sylvicola*.

A equipe também mediu as corolas das flores originalmente visitadas pelas abelhas. O levantamento mostrou que essas estruturas não se tornaram mais ‘rasas’, o que privilegiaria as línguas mais curtas. Por outro lado, os pesquisadores verificaram que a introdução da população de plantas invasoras, que apresentavam corolas de menor comprimento, de certa maneira obrigou as abelhas a optar pelas novas espécies como fonte de nutrição. Como as corolas das plantas invasoras eram rasas, estabeleceu-se uma pressão seletiva, que beneficiou as abelhas com línguas menores.

A equipe constatou então que a anatomia das plantas invasoras efetivamente selecionou uma população de abelhas mais compatível do ponto de vista do comprimento de suas línguas. Em paralelo, as abelhas, que atuam como polinizadores, contribuíram também para aumentar a população das plantas com flores rasas. Assim, as abelhas modernas pouco a pouco deixaram de ser tão especializadas como as ancestrais. Esse é um exemplo de uma relação mutualista em que dois organismos distintos influenciam reciprocamente suas trajetórias evolutivas.

Além de apresentar dados novos, o trabalho de Miller-Struttmann demonstrou que a evolução é passível de experimentação e pode ser observada em um período de tempo relativamente curto. Os experimentos de Miller-Struttmann também enfatizam a forte conexão entre as espécies e como, às vezes, é difícil prever as consequências que alterações discretas podem ter na natureza. Lembra um pouco o efeito borboleta na teoria do caos, segundo o qual uma sutil mudança em um sistema não linear – o bater das asas da borboleta – pode, algum tempo depois, resultar em consequências drásticas, como um furacão. O clima se encaixa bem na teoria do caos. São tantas as variáveis envolvidas em sua determinação que dificilmente podemos fazer previsões em longo prazo. Mas o fato é que o experimento de Miller-Struttmann indiretamente mostrou que o aquecimento global, tenha ele causas antrópicas ou não, está bem instalado entre nós. **CH**

FRANKLIN RUMJANEK

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

FOTOSSES

Reações luminosas? Não...,
mas requerem luz

FOTO TOMIEK BYSZEWSKI



2015 - ANO
INTERNACIONAL
DA LUZ

SÍNTESE

Há cerca de 2,4 bilhões de anos, micro-organismos (cianobactérias) desenvolveram a capacidade de utilizar a água como um dos ingredientes no processo de transformação de energia luminosa em energia química, ou seja, na fotossíntese. Como subproduto dessas reações, o oxigênio molecular (O_2) começou a ser produzido e acumulado na atmosfera, mudando a história da vida na Terra.

A utilização do O_2 atmosférico, por meio da respiração celular, propiciou o aparecimento da vida aeróbia. Hoje em dia, 99,8% da produção de matéria orgânica para os outros organismos na face da Terra é decorrente da fotossíntese oxigênica.

Graças ao desenvolvimento de equipamentos especializados, vários laboratórios no mundo – inclusive no Brasil – podem estudar, em tempo real, as diferentes etapas do processo fotossintético que, em seu âmago, ainda guarda mistérios.

Ricardo Moreira Chaloub

*Laboratório de Estudos Aplicados em Fotossíntese (LEAF),
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

A existência da vida requer um suprimento contínuo de energia. A todo instante, em nosso corpo, células trocam substâncias com o meio em que se encontram; neurônios emitem e recebem informações; nossos músculos nos auxiliam nos mais variados tipos de movimento; células se multiplicam; o sistema imune combate invasores; danos são reparados... Em cada um desses pro-

cessos, há a realização de trabalho, que só ocorre à custa de fornecimento de energia. Entre as diferentes fontes de energia disponíveis no ambiente, os seres vivos utilizam a química e a luminosa. Cabe ressaltar que todo o nosso alimento, o combustível fóssil e o combustível biológico (biomassa) são resultantes da fotossíntese ocorrida tanto no passado quanto no presente.

>>>

Enquanto o termo fotossíntese significa literalmente a síntese ou construção pela luz, a fotossíntese é responsável pela transformação da energia eletromagnética (luminosa) em energia química. Na biosfera, há seis elementos que são denominados ‘ingredientes da vida’: hidrogênio, carbono, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre (H, C, O, N, P e S). Com exceção do fósforo, esses elementos são incorporados ao nosso organismo na forma reduzida, ou seja, na qual seus átomos receberam um ou mais elétrons. Quando isso ocorre, diz-se tecnicamente que os átomos sofreram uma redução. Quando o átomo perde um ou mais elétrons, ocorre a oxidação – a ferrugem, por exemplo, é um tipo bem comum de oxidação.

Em última análise, podemos pensar na fotossíntese como um processo que usa energia solar para fornecer os elétrons necessários para reduzir os elementos químicos que fazem parte de

nossa lista de ‘ingredientes da vida’ e, assim, incorporá-los às moléculas essenciais ao nosso organismo, como proteínas, lipídeos (gorduras), polissacarídeos (açúcares) e ácidos nucleicos (RNA e DNA). Como os organismos que realizam fotossíntese (vegetais, macro e microalgas, cianobactérias e quatro famílias de bactérias) proporcionam matéria orgânica para todos os outros organismos de um ecossistema, eles são denominados ‘produtores primários’.

A atmosfera primitiva da Terra era ligeiramente redutora. Continha gás carbônico (CO₂), nitrogênio (N₂), vapor d’água e, possivelmente, monóxido de carbono (CO) em quantidades significativas. Provavelmente, havia também metano (CH₄), ácido sulfídrico (H₂S) e amônia (NH₃), mas em quantidades bem pequenas, e, quase certamente, pouquíssimo oxigênio, resultante da decomposição do vapor de água pela radiação ultravioleta.

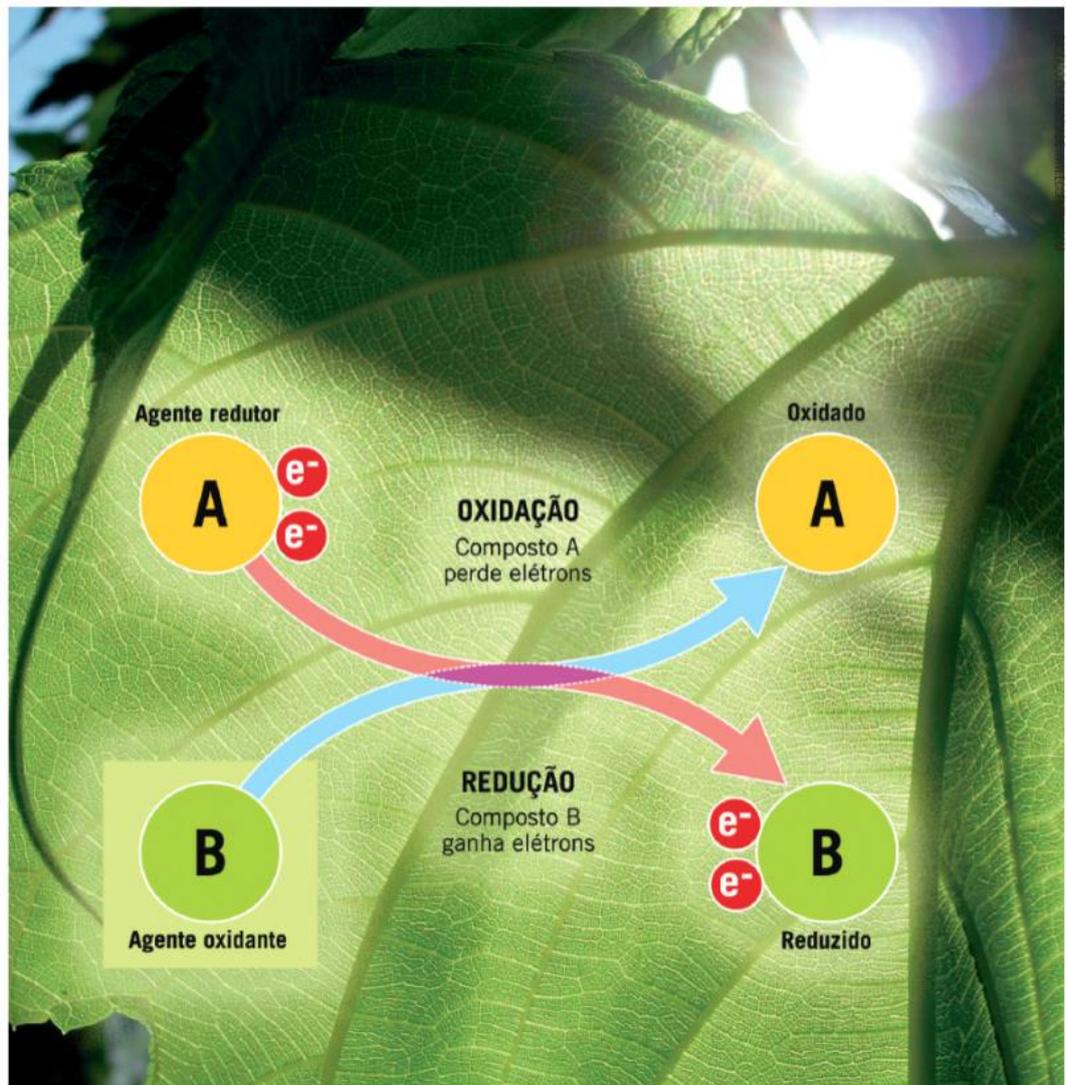


Figura 1. Processo de oxidação e redução

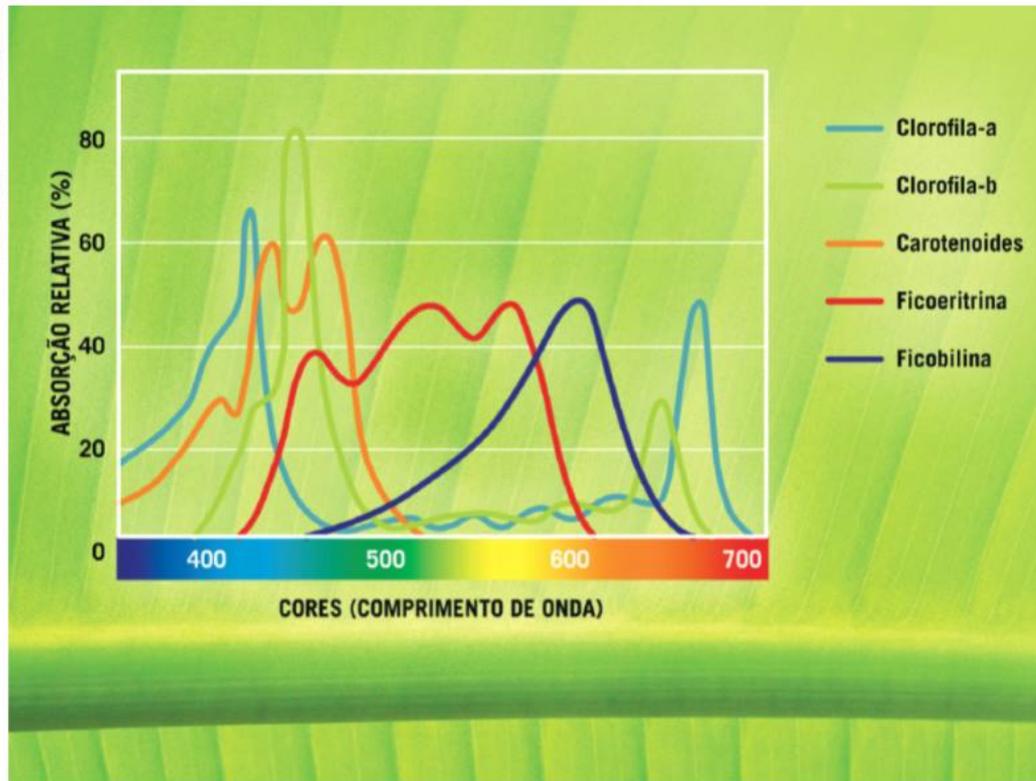


Figura 2. Cores (frequências) absorvidas pela clorofila-a e pigmentos acessórios (clorofila-b, carotenoides e ficobilinas)

A oxigenação da atmosfera iniciou-se há aproximadamente 2,4 bilhões de anos por meio da fotossíntese realizada por cianobactérias que passaram a utilizar a água como fonte de elétrons para reduzir os ‘ingredientes da vida’. Nos dias de hoje, a fotossíntese oxigênica é responsável por mais de 99,8% da produção primária global em nosso planeta.

Atualmente, nossa atmosfera é transparente apenas a uma pequena fração da radiação eletromagnética emitida pelo Sol. Ao nível do mar, essa radiação corresponde a cerca de 9% na região do ultravioleta, a 51% na região do infravermelho (calor) e a 40% na região do visível. Esta última fração é a usada na fotossíntese e, por isso, denominada PAR (sigla, em inglês, para radiação fotossinteticamente ativa).

O uso da luz visível como fonte de energia requer a presença de pigmentos fotossinteticamente ativos, capazes de absorver luz, de transferir a energia absorvida e iniciar as reações envolvidas na fotossíntese, nas quais ocorre a transferência de elétrons, resultando na oxidação e na redução (figura 1).

As três principais classes de pigmentos encontrados em vegetais, em macro e microalgas, bem como em cianobactérias, são as clorofilas, os carotenoides e as ficobilinas. Entre as diferentes espécies de clorofilas, a clorofila-

a é a mais abundante de todas – evidências indicam que as outras clorofilas (b, c1, c2, d e clorofila-f) sejam derivadas da clorofila-a. Essa clorofila é encontrada tanto em estruturas cuja função é absorver luz (complexos antena) quanto nos centros de reação. Estes últimos são capazes de transformar a energia luminosa coletada pelos complexos antena em energia química, transformação que ocorre por meio de uma série de reações denominadas fotoquímicas.

O conjunto formado pelos complexos antena associados a um de centro de reação constitui uma unidade fotossintética, denominada fotossistema. Cabe ainda mencionar que a clorofila-a encontra-se presente em praticamente todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica, e que sua capacidade de absorção de luz no espectro do visível é alta na região do azul e do vermelho, e mínima na região do verde – por isso é verde. As demais clorofilas, bem como os carotenoides e as ficobilinas, absorvem em outras faixas do visível, aquelas em que a eficiência da absorção da clorofila-a não é tão alta (figura 2) – daí serem chamados pigmentos acessórios.

De modo simplificado, podemos descrever as duas etapas que ocorrem em um fotossistema: i) partículas de luz (fótons) são coletadas

>>>

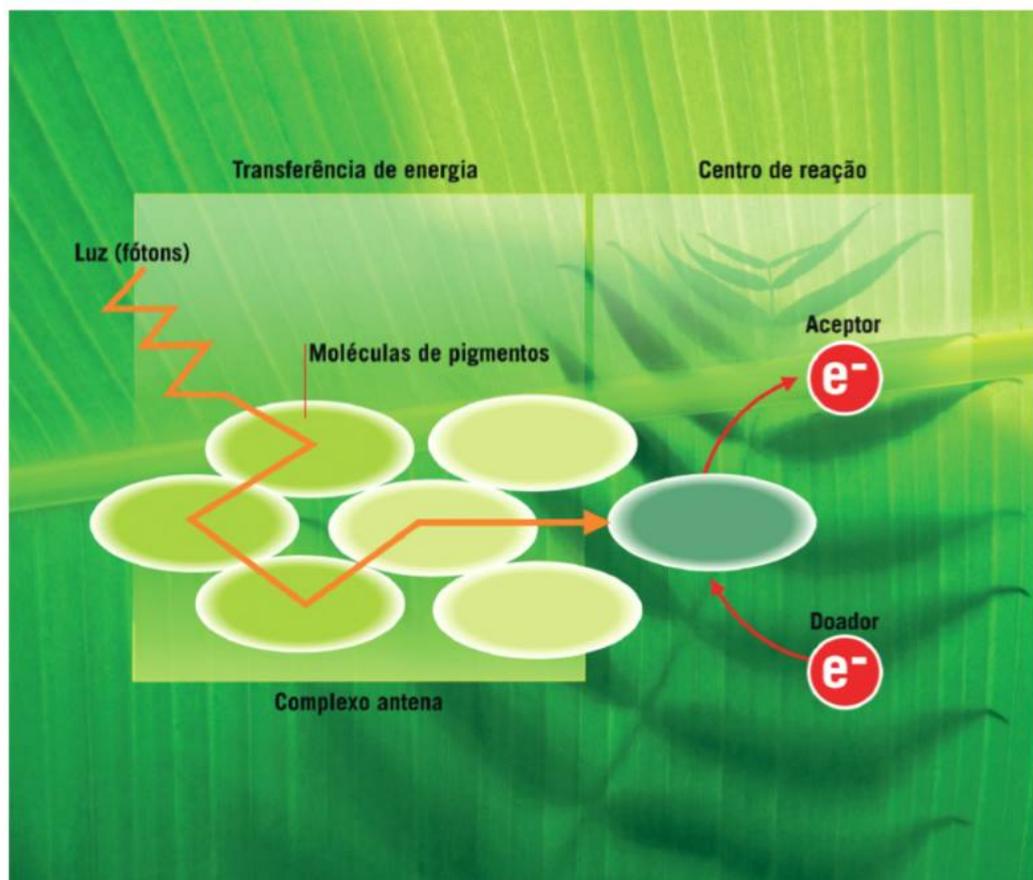


Figura 3. Esquema das duas etapas em um fotossistema. A energia obtida da luz é transferida entre os pigmentos presentes no complexo antena, e deste para o centro de reação, onde há a transferência de elétrons da molécula de clorofila-a para um aceptor primário, e a reposição do elétron cedido pela clorofila-a pela transferência a partir de um doador primário

pelas moléculas de pigmento (clorofila-a e pigmentos acessórios) dos complexos antena; ii) a energia absorvida é transferida da antena para as moléculas de clorofila-a do centro de reação, onde um de seus elétrons será transferido para um aceptor – que sofrerá redução –, e o elétron perdido pela clorofila-a – que estará oxidada – será reposto por um doador (figura 3).

Há 2,4 bilhões de anos, a grande ‘invenção’ das cianobactérias foi a utilização da água como fonte de elétrons para repor os que forem perdidos pela clorofila-a.

Os perigos da luz Apesar de a luz ser um ingrediente indispensável para a ocorrência da fotossíntese, sua eficiência pode ser significativamente reduzida quando os organismos são expostos a intensidades luminosas que excedem a capacidade de uso da energia absorvida. Essa diminuição de eficiência promovida pela luz é chamada fotoinibição, tendo sido registrada pela primeira vez no final do século 19.

Na verdade, o excesso de energia luminosa (tecnicamente, superexcitação) no aparato fotossintético é um dos fatores que levam à produção de ROS (sigla, em inglês, para espécies reativas de oxigênio), que causam danos às células por serem muito deletérias a pigmentos, proteínas, lipídeos de membranas e material genético (DNA e RNA). Em última análise, a fotoinibição danifica um dos principais constituintes do aparato fotossintético: aquele responsável por uma das etapas da fotoquímica, bem como pela produção de oxigênio a partir da água.

Por conseguinte, quando a quantidade de luz exceder a capacidade de sua utilização, o uso da energia solar de forma segura pelo organismo vai depender de sua capacidade de proteger o seu aparato fotossintético. Por exemplo, em resposta às variações diurnas da intensidade de luz, os cloroplastos (organelas onde ocorre a fotossíntese) movimentam-se, buscando um novo posicionamento para minimizar a incidência de luz. Em organismos aquáticos,

pode-se observar a migração de algas na coluna d'água para regiões mais profundas, onde a intensidade de luz é menor.

Outra categoria de mecanismo de fotoproteção em resposta ao excesso de luz consiste na diminuição da transferência da energia dos complexos antena para os centros de reação. Essa redução pode ser obtida pela separação física entre esses complexos (antena e centro de reação), promovida pela introdução de fosfato (tecnicamente, fosforilação) nas proteínas da antena.

A atenuação dessa transferência de energia pode também ser resultante da dissipação, na forma de calor, da energia absorvida pelos complexos antena. Nesse caso, observam-se modificações químicas em um grupo particular de carotenoides (as xantofilas), que passam a ter maior capacidade de receber a energia das clorofilas, agindo como 'radiadores de calor'.

Os segredos revelados Se a clorofila-a for isolada, colocada em um recipiente de vidro e exposta à luz visível ou ao ultravioleta, ela irá 'brilhar' – mais especificamente, apresentará o fenômeno da fluorescência (figura 4). A observação de que a fluorescência das folhas de plantas que haviam sido mantidas no escuro relacionava-se com mudanças no consumo fotossintético de CO₂ abriu a perspectiva do uso da fluorescência para acessar, estudar e entender o âmago das reações fotoquímicas.

O progresso técnico na área de microeletrônica, fotoeletrônica e fotônica propiciou o desenvolvimento de uma instrumentação específica para a área de fluorescência – inclusive, em pesquisa aplicada. Assim, nas últimas décadas, a eficiência da fotossíntese desempenhada por diferentes tipos de organismos, inclusive organismos fotossintéticos unicelulares presentes em corais e em esponjas, tem sido estimada por meio da fluorescência da clorofila-a. Essa metodologia, bastante sensível e não invasiva, fornece em tempo real informações sobre o *status* fisiológico dos processos de alocação e uso da energia pelo aparato fotossintético. Portanto, é uma poderosa ferramenta para avaliação da atividade fotossintética em condições ambientais sujeitas a contínuas mudanças.

A utilização de fluorímetros PAM (sigla, em inglês, para pulso-amplitude modulada) permite avaliar, por exemplo, qual percentual da energia absorvida está sendo usado e o quanto se perde durante a fotossíntese. Apesar de muito pequena (2-10% da luz absorvi-



Figura 4. Acima, frasco com clorofila. Abaixo, fluorescência desse pigmento sob o efeito de luz ultravioleta

da), a fluorescência da clorofila – além de ser 'vermelha e bonita' – proporciona um sinal que, se for medido e analisado de forma apropriada, pode fornecer informações qualitativas e quantitativas sobre uma grande variedade de eventos fotossintéticos, ajudando a desvendar os segredos que ainda se escondem no âmago desse processo essencial para a vida na Terra. **GH**

Sugestões para leitura

- ASADA, K. 'Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions'. *Plant Physiology*. v. 141, pp. 391-396 (2006).
- CHEN, M. 'Chlorophylls'. *Annual Review of Biochemistry*. v. 83, pp. 317-340 (2014).
- RAVEN, J. A. 'The cost of photoinhibition'. *Physiologia Plantarum*. v. 142, pp. 87-104 (2011).



Memino quem foi teu mestre
 Meu mestre foi Salomão
 Fui discípulo que aprendi
 Em teu mestre eu dou lição.
 Que a capoeira tem muito erredo
 Falo contigo e te ensino
 O que teu mestre não aprendeu.

Da senzala à academia: a diversificação da capoeira

Regional, Angola, Contemporânea, 'capojitsu', 'capofitness' e até 'caporumba'. Muitos são os estilos modernos de capoeira e suas variações. Neles, elementos tradicionais desse jogo misturaram-se com inovações trazidas de artes marciais e de outras manifestações culturais. Este artigo mostra a trajetória da capoeira no Brasil, desde sua modernização, na década de 1930, até sua consolidação e diversificação nos vários estilos praticados atualmente.

Cinézio Feliciano Peçanha (Mestre Cobra Mansa)

*Programa de Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento,
Universidade Federal da Bahia*

Co-fundador da Fundação Internacional de Capoeira Angola (Fica)

Matthias Röhrig Assunção

Departamento de História,

Universidade de Essex (Inglaterra)

Os primeiros registros sobre a capoeira datam do início do século 19. Africanos e crioulos escravizados no Brasil praticavam jogos de combate com os pés, mãos, cabeça e armas, como cacetes, facas e mesmo pedras. Com certeza, muitos africanos trouxeram práticas de jogo e de combate de suas terras natais; o problema é que não sabemos bem o que exatamente. A

capoeira que se desenvolveu nas cidades portuárias, como Rio de Janeiro, Salvador e Recife, apresentava formas bastante diferenciadas, de modo que existiam muitas capoeiras no Brasil Império, e não uma forma única. Na segunda metade do século 19, a base social da capoeira alargou-se, particularmente no Rio, a ponto de ser praticada por homens pobres de todas as cores e mesmo por imigrantes portu-

Desenho e manuscrito deixados por Mestre Pastinha, grande referência da capoeira Angola

>>>

gueses. Foi nessa época também que as maltas se formaram. Eram grupos fechados, com roupas e rituais específicos, que podem ser considerados geradores de protostilos de capoeira.

Os estilos modernos da capoeira nasceram do desejo de codificar ou mesmo modificar práticas existentes, assim como aconteceu com muitas artes marciais no mundo. Desde o início do século 20, alguns praticantes mais intelectualizados propunham a criação de uma 'ginástica nacional' no Brasil, baseada nos movimentos da capoeira. O mais famoso exemplo de concretização desse modelo foi dado por Agenor Moreira Sampaio (1891-1962), o Mestre Sinhozinho, que ensinava, a partir da década de 1930, uma capoeira utilitária no Rio de Janeiro, com treino severo e apenas golpes, sem cantigas, ritmo e rituais. Deixou uma geração de alunos – como Rudolfo Hermann –, que treinavam no Rio ainda na década de 1960.

A constituição dos estilos modernos começou mesmo na década de 1930. Manoel dos Reis Machado (1900-1974), o Mestre Bimba, vendo a frequente derrota de capoeiras amadores frente aos instrutores de jiu-jitsu, decidiu romper com a forma de capoeira existente em Salvador (Bahia), que considerava pouco eficiente, e criou um estilo que inicialmente denominou 'luta regional baiana' – mais tarde chamado apenas de capoeira Regional. A inovação fundamental de Bimba foi transfor-

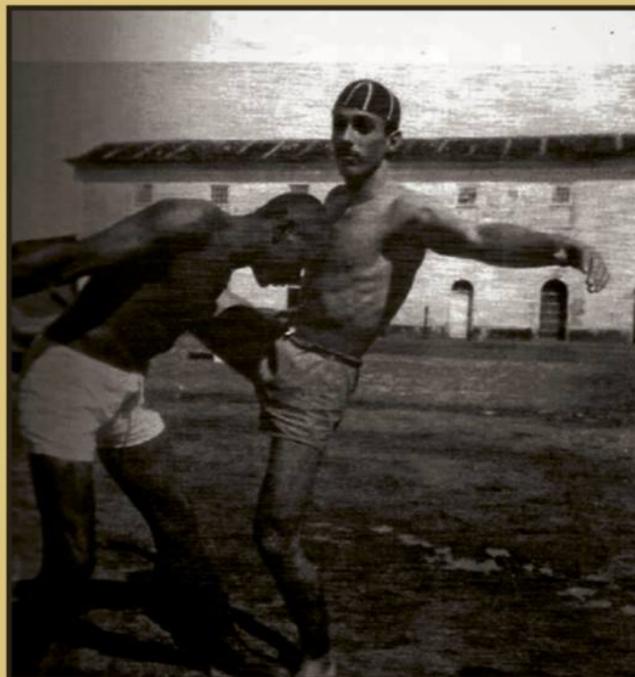
mar a capoeira de uma prática ocasional, informal, de rua, em um treino sistemático na 'academia'. Ele criou não apenas uma didática de ensino para o seu estilo (como as famosas cinco sequências de golpes e defesas), mas também introduziu elementos novos no ritual da capoeira, como o exame de admissão, o batizado com entrega de lenços, a formatura e o curso de especialização, inspirados em rituais acadêmicos ou em outras artes marciais modernizadas.

Segundo Ângelo Augusto Decânio Filho (1923-2012), o Mestre Decânio, um dos seus alunos mais próximos, Bimba foi influenciado por um estudante de medicina cearense, José Sisnando Lima, o Sisnando, que fez jiu-jitsu e luta livre antes de aprender capoeira. Bimba enfatizou a necessidade de se treinar a "cintura desprezada" e teria trazido golpes de artes orientais para dar maior vigor à capoeira. A gênese da capoeira Regional é bastante controversa, pois outros alunos de Bimba afirmam que ele teria se inspirado sobretudo no batuque, outro jogo de combate existente na época e que seu pai praticava.

Dissidentes Ao criar a Regional, Bimba forçou os outros capoeiras baianos a assumirem uma posição. Um grupo importante de mestres, comandado por Amorzinho, reunia-se em uma roda no bairro Gengibirra, em Salva-



CAPOEIRABAHIA.PORTRAI.CAPEIRA.COM



CAPOEIRABAHIA.PORTRAI.CAPEIRA.COM

Os estilos modernos de capoeira surgiram na década de 1930, quando Mestre Bimba (à esquerda) decidiu romper com elementos tradicionais e criou a capoeira Regional. À direita, ele pratica seu estilo de jogo

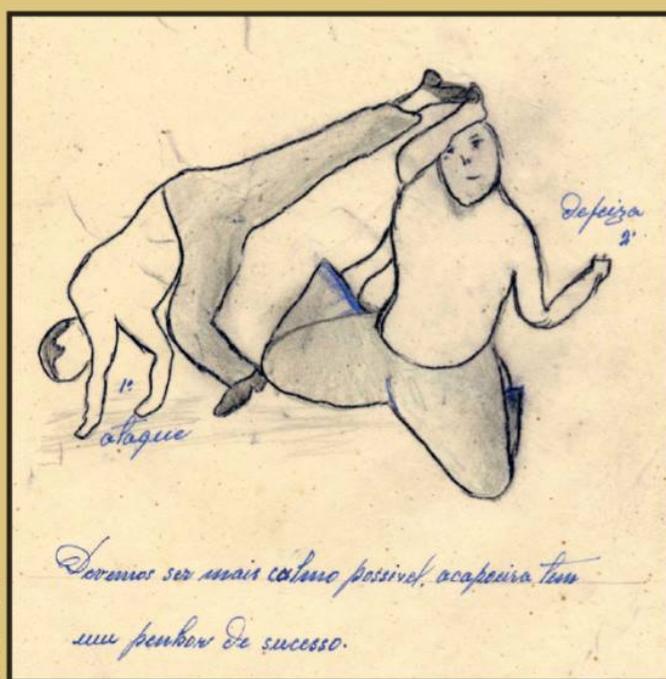
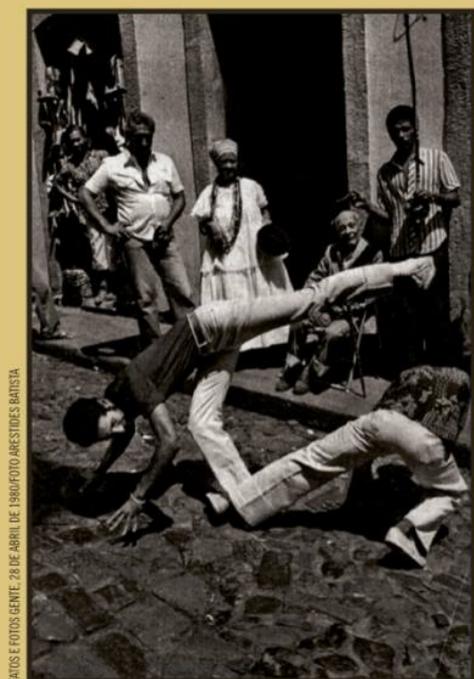
dor, de onde surgiria o Centro Esportivo de Capoeira Angola (Ceca). Eles decidiram não abandonar algumas das características consideradas ineficientes por Bimba, como os movimentos meramente acrobáticos. A partir de 1941, Vicente Ferreira Pastinha (1889-1981), o Mestre Pastinha, assumiu o Ceca e passou a ser, até a sua morte, em 1981, a referência mais importante no processo de codificação do estilo Angola.

Seguindo o movimento das nações do candomblé, que estavam em um processo de autoafirmação (que ganhou visibilidade maior no Congresso Afro-brasileiro de 1937), esses mestres de capoeira decidiram recorrer à qualificação 'capoeira de Angola', já que a capoeira baiana antiga era frequentemente associada aos negros 'angolas'. Apesar da postura tradicionalista adotada pelos angoleiros, esse estilo também renovou e 'esportivizou' a capoeira tradicional baiana. Criou academias, adotou uniformes e desenvolveu uma prática mais formal de ensino. Pastinha e outros angoleiros também formalizaram a bateria da capoeira Angola, que passou a ter três berimbaus, dois pandeiros, atabaque, agogô e reco-reco. Várias linhagens surgiram na Angola, como herança de mestres como Aberrê (Raimundo Argollo – 1895-1945), Waldemar (Waldemar Rodrigues da Paixão – 1916-1990) e Co-brinha Verde (Rafael Alves França – 1917-1983), além de Pastinha.

Desde então, os estilos da capoeira vivem a dialética entre inovação e tradição, identificada pela oposição entre Regional e Angola. Realmente os estilos Angola e Regional se desenvolveram e se definiram muito um em relação ao outro. Se a Regional, por exemplo, estabeleceu o treino descalço e o cordel, a Angola enfatiza, pelo contrário, a necessidade de treinar de tênis e não usar faixas que assinalem o nível do aluno. Em relação aos movimentos, a capoeira Regional destaca a eficiência do golpe, enquanto a Angola insiste mais no jogo no chão. Existe, assim, uma série de marcadores contrastantes de estilo, cada qual podendo ser justificado pelo apelo à tradição, porque a tradição da capoeira baiana não é homogênea.

Mas a dicotomia entre Regional e Angola não é tão absoluta. Em primeiro lugar, mesmo que a Regional se diferenciava claramente por suas inovações, Bimba não deixava de ser um mestre que conhecia todas as 'mandingas' dos angoleiros. Seus ritmos (toques do berimbau) e as quadras e os corridos (tipos de versos do canto na capoeira) tinham fundamento na tradição, assim como sua ginga, seu jogo e sua malícia. Em segundo lugar, como já mencionamos, a capoeira baiana não era homogênea; existiam vertentes que se diferenciavam singularmente pelos ritmos, instrumentos, ginga e outros elementos definidos pela personalidade de cada mestre.

>>>



Em 1980, sentado em um banquinho e sem enxergar, Mestre Pastinha ouve o som do berimbau em uma roda de capoeira. À direita, desenho e manuscrito deixados por ele

Todos os mestres inovaram sua prática e seu ensino, até o núcleo duro da Angola, localizado em torno do Ceca de Pastinha. Mas alguns acharam por bem incorporar elementos rejeitados por outros. De fato, cada um dos grandes mestres acabou adotando uma postura específica nesse campo, mais perto de um ou outro polo, da Regional ou da Angola, identificando-se com a inovação ou a tradição. Essa era a estratégia deles para ganhar alunos e se posicionar com vantagem no emergente mercado da capoeira.

O melhor exemplo é Washington Bruno da Silva (1925-1994), o Mestre Canjiquinha, que aprendeu com Aberrê a partir de 1935 e foi mestre de bateria na academia de Pastinha. Declarou em entrevista: “Se o Mestre Bimba criou a Regional, eu achei por bem criar o Muzenza, o Samango.” Trata-se de dois toques (ritmos) novos, ao que correspondem maneiras de jogar específicas. O Muzenza é um toque de candomblé que Canjiquinha transpôs para a roda de capoeira. O Samango se joga de lado e é bastante violento, com movimentos de tesoura voadora (movimento em que um capoeirista joga os dois pés em posição de tesoura no pescoço do adversário).

A capoeira Contemporânea A introdução de alguns elementos distintos, como um toque ou um movimento, não implica necessariamente a criação de um novo estilo. Mas a postura intermediária de Canjiquinha está na origem de um terceiro estilo de capoeira, a Contemporânea. De fato, ele e seu aluno José Paulo dos Anjos (1936-1998) – o Mestre Paulo dos Anjos –, juntamente com Norival Moreira de Oliveira (1945-) – o Mestre Nô – e outros mestres da Bahia, afirmavam, desde a década de 1970, que não jogavam capoeira Angola nem Regional, jogavam de acordo com o toque do berimbau, e diziam que “a capoeira era uma só”. Inauguraram, portanto, uma postura até hoje comum na capoeira: a recusa em optar por um lado na dicotomia entre Angola e Regional.

Antes disso, na década de 1960, já havia surgido uma tentativa mais explícita de introduzir um novo estilo de capoeira, que partiu de um aluno próximo de Bimba, Carlos Senna (1931-2002), o Mestre Senna. Após treinar por um curto período também com Pastinha, decidiu criar a capoeira Senavox. Adotou um regulamento estrito, de tipo militar. Mas o estilo dele não vingou.

O terceiro estilo de capoeira, a Contemporânea, só se firmou mesmo no Sudeste. Os primeiros capoeiristas baianos, como alguns alunos de Bimba, viajaram para o Rio de Janeiro e São Paulo em 1948 para participar de lutas de ringue, mas não se estabeleceram nessas cidades. Nas duas décadas seguintes, no entanto, muitos nordestinos migraram para o Sudeste, entre eles, uma série

de capoeiristas, como Osvaldo Lisboa dos Santos (1922-1972), o Mestre Paraná, Mário dos Santos (1934-), conhecido como Mestre Mário Buscapé, criador da capoeira Bonfim, e Artur Emídio de Oliveira (1930-2011), o Mestre Artur Emídio. Este último foi o mais influente no Rio e formou uma nova geração de mestres cariocas. Sua capoeira era próxima da Regional em termos de rapidez e eficiência, mas o método de ensino era distinto.

Para São Paulo, migraram tanto alunos de Bimba – como Bira Almeida, o Mestre Acordeon (1943-) – quanto angoleiros de várias linhagens – como o Mestre Paulo dos Anjos e Antônio Cardoso Andrade (1942-), o Mestre Brasília – e mestres iniciados nas duas vertentes (Regional e Angola), como Reinaldo Ramos Suassuna (1938-), o Mestre Suassuna.

As discussões entre angoleiros e Bimba não faziam tanto sentido no Sudeste, onde a capoeira ainda era bastante desconhecida, e precisava se consolidar. Muitos mestres estabeleciam alianças para fundar academias, administrar aulas ou oferecer apresentações que cruzavam as fronteiras estilísticas entre Angola e Regional. Assim, Suassuna e Brasília criaram, em 1967, a Associação Cordão de Ouro, um dos grupos de capoeira mais bem-sucedidos e influentes até hoje.

No Rio de Janeiro, alguns jovens entusiasmados com a capoeira baiana criaram o grupo Senzala, em 1966, que se inspirou tanto em Bimba como nos ensinamentos de outros mestres que chegaram da Bahia para treinar com eles, sem se importar com a dicotomia entre Angola e Regional. Desenvolveram um método de treinamento dinâmico, baseado na repetição dos golpes e no desenvolvimento dos movimentos acrobáticos. Constituíram, assim, outra geração de mestres cariocas muito influentes na divulgação da capoeira no Rio, no Brasil e, em pouco tempo, no exterior.

Existem muitas controvérsias sobre a exata origem dessa nova capoeira, que passou a ser conhecida como Contemporânea. De fato, é difícil atribuir-lhe um fundador único ou uma data precisa, pois se trata de um movimento que resultou da migração dos capoeiristas baianos para o Sudeste e sua adaptação ao novo ambiente, o que fez surgir uma nova geração de mestres, que também inovaram a prática e o ensino.

Reinvenção de estilos A Contemporânea caracteriza-se por uma reinvenção da capoeira a partir das inovações de Bimba, com alguns fundamentos da capoeira Angola. O toque mais usado na Contemporânea, por exemplo, é o de São Bento Grande de Angola (e não da Regional). A Contemporânea não é um estilo homogêneo; abrange uma gama de subestilos, desde o angolizado até a capoeira MMA (sigla em inglês da expressão artes marciais mistas). A fenomenal expansão da capoeira no Su-



SABARITHA RICHINA

Na década de 1990, foi criado um novo estilo de capoeira, o Abadá, que une elementos da capoeira Angola e da Regional, misturando movimentos altos e jogo de chão

deste, no entanto, também resultou em certa padronização dos movimentos ou mesmo no empobrecimento dos fundamentos, visíveis, por exemplo, no uso quase exclusivo e mecânico do toque de São Bento Grande sem o suingue baiano.

Nos últimos anos, alguns mestres tentaram ir contra essa tendência. Mestre Suassuna, por exemplo, criou um toque denominado Miudinho, que dá ênfase à ginga balanceada. Não tentou criar um novo estilo; pelo contrário, tentou retornar a um jogo mais miúdo e uma ginga balanceada.

Na década de 1970, José Tadeu Carneiro Cardoso (1955-), o Mestre Camisa, começou a introduzir movimentos de imobilização e finalização, com tesouras nos braços e nas pernas, e, na década de 1990, criou um novo estilo, denominado Abadá, com método de aula que une movimentos altos e rasteiras e usa tanto elementos da capoeira Angola quanto o jogo de Benguela (jogo de chão usado na capoeira Regional). Assim como na capoeira Senzala, o domínio e a repetição dos movimentos prevalecem nos treinos, que são intensos.

Com o desenvolvimento do vale-tudo e do MMA, alguns grupos se concentraram na eficiência da capoeira no confronto com outras artes marciais. Representante desse movimento é Raimundo dos Santos (1957-), o Mestre Dinho, do grupo Topázio, que desde a infância praticou diversos tipos de artes marciais, incluindo judô, jiu-jitsu e caratê. Na década de 1990, ele percebeu que, aliando movimentos da capoeira com a imobilização no chão típica do jiu-jitsu, conseguia vantagens nas rodas de capoeira, desenvolvendo, assim, o que veio a ser conhecido como 'capojitsu'. Mas foi mui-

to criticado pelos outros capoeiristas, por não respeitar as regras tradicionais.

Mais recentemente, alguns dos fundamentos da capoeira têm sido incorporados a outras atividades, desde o teatro e o cinema até o 'capofitness' (treinamento em academias de ginástica com base em movimentos da capoeira) e a 'hidrocapoeira' (exercícios na água baseados em movimentos de capoeira). E a transnacionalização da capoeira com certeza vai gerar novos estilos. Em Londres, por exemplo, um mestre percussionista cubano agora acompanha e dramatiza as rodas do grupo de capoeira inglês Urban Ritual com sua conga e um cajón (instrumento de percussão peruano). Mas a 'caporumba' – como esse novo estilo vem sendo chamado – não deveria preocupar os puristas, pois a capoeira hoje em dia é forte o suficiente para sustentar todas as variações. **CH**

Sugestões para leitura

Campos, H. M. X. *Capoeira Regional. A escola de Mestre Bimba*. Salvador: EDUFBA, 2ª ed, 2014.

Vidor, L. V. S. *O mundo de pernas para o ar. A capoeira no Brasil*. São Paulo: Publisher Brazil, 1997.

Vieira, L. R. *O jogo da capoeira. Corpo e cultura popular no Brasil*. Rio de Janeiro: Sprint, 1995.

Assunção, M. R. *Capoeira. The History of an Afro-Brazilian Martial Art*. Londres: Routledge, 2005.

Pires, A.L.C.S. *Culturas Circulares. A formação histórica da capoeira contemporânea no Rio de Janeiro*. Curitiba: Progressiva, 2010.



Risco invisível nas praias

Maria Christina Barbosa de Araújo

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

Guilherme Maranhão Chaves

Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas, Centro de Ciências da Saúde,

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Diana Luzia Zuza Alves

Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Walicryanison Plínio da Silva Rocha

Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

As praias são uma das principais opções de lazer de turistas e moradores de regiões litorâneas, especialmente em países tropicais como o Brasil. Mas esses ambientes podem oferecer riscos invisíveis aos seus milhares de frequentadores, sobretudo crianças, idosos e pessoas debilitadas. Estudos comprovam que tanto a água como a areia de muitas praias urbanas em várias partes do mundo abrigam uma quantidade significativa de micro-organismos causadores de doenças, desde simples alergias e inúmeras micoses até outras mais graves, como gastroenterite, hepatite e toxoplasmose. A ocorrência de agentes patógenos está associada ao descarte inadequado de lixo e esgoto sanitário e à presença de animais nesses locais.



Piqueniques à beira-mar na praia de Jenipabu (RN). Esse hábito potencializa o descarte de lixo orgânico na areia



Ligações clandestinas de esgoto às tubulações destinadas ao escoamento de água pluvial são responsáveis pela formação de línguas negras, como a da praia de Ponta Negra, em Natal (RN)

BIOINDICADORES

Muitas espécies de bactérias que normalmente habitam o trato digestivo humano têm sido sugeridas como indicadores de poluição fecal recente: *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* e *Clostridium perfringens*. *E. Coli* é, entretanto, a mais usada no mundo, inclusive no Brasil, porque ocorre exclusivamente em fezes de animais de sangue quente.

Segundo os critérios estabelecidos pela Resolução nº 274/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que dispõe sobre a balneabilidade de praias, estas são classificadas em quatro categorias – excelente, muito boa, satisfatória e imprópria –, em função de suas densidades de coliformes fecais ou *E. coli*. Esses valores resultam de análises feitas pelo órgão ambiental de cada município em amostras de água coletadas semanalmente. As categorias excelente, muito boa e satisfatória podem ser agrupadas em uma única classificação, denominada própria. Porém, mesmo quando classificadas nessas categorias, não há garantia da ausência completa de patógenos.

No Brasil, o limite máximo estabelecido pela legislação é de 1.000 coliformes fecais em 100 ml de amostra. Acima desse valor, há um aumento no risco de contaminação de banhistas, e a água é considerada inadequada para o contato primário (banho), sendo seu uso desaconselhável.

Para a classificação da qualidade das praias, são utilizados os resultados das análises das últimas cinco semanas de amostragem. Se mais de 80% das amostras tiverem densidades de coliformes fecais inferiores a 1.000/100 ml, a praia é considerada adequada para o banho de mar.

No mundo todo, em especial nos países tropicais como o Brasil, as praias são o programa preferido de grande número de pessoas que visitam ou moram em áreas litorâneas. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil concentra cerca de 1/4 da sua população na zona costeira, o que equivale a 87 habitantes por km², densidade cinco vezes maior do que a do resto do território. Na alta estação, principalmente, as praias sofrem uma invasão de usuários locais, turistas e, conseqüentemente, de comerciantes informais, atraídos pela maior demanda por alimentos, bebidas e serviços de apoio. Como resultado, ocorrem problemas relacionados ao uso do espaço e aumento da poluição, que levam à degradação estética e ambiental, além de riscos para os próprios usuários.

Os fatores mais importantes para a escolha de uma praia, na opinião dos frequentadores, são limpeza, aspectos recreativos e atributos naturais. No entanto, em muitas delas, os usuários se deparam com inúmeros problemas associados à poluição da água ou da areia, seja ela claramente visível, como a gerada por lixo, seja invisível, como a provocada por micro-organismos patógenos (causadores de doenças), entre eles, algumas bactérias, fungos e vírus.

O contato com água ou areia contendo micro-organismos patógenos acarreta sérios riscos de infecções, os quais aumentam dependendo do grau de exposição ou da condição física da pessoa. Crianças pequenas que

brincam diretamente na areia ou engolem água com maior frequência, assim como idosos ou pessoas com baixa resistência ou sistema imunológico comprometido, são os mais suscetíveis.

Micro-organismos na água A água para uso recreativo não deve apresentar mau cheiro, resíduos de óleos, lixo, nem micro-organismos patógenos. A qualidade das águas destinadas a atividades de recreação de contato primário (como natação, mergulho e esportes aquáticos), em que há grande possibilidade de ingestão de quantidades significativas de água, é chamada de balneabilidade.

O parâmetro indicador básico para a classificação das praias quanto à sua balneabilidade em termos sanitários é a densidade de certas bactérias denominadas coliformes fecais (ver 'Bioindicadores'). Essas bactérias não são normalmente patogênicas; são organismos de presença obrigatória, em grande quantidade, nos intestinos humanos e, portanto, na matéria fecal. Calcula-se que um ser humano adulto elimine de 50 a 400 bilhões de coliformes fecais por dia; portanto, a presença desses micro-organismos permite detectar fezes na água em concentrações muito diluídas, dificilmente verificáveis pelos métodos químicos correntes. Em consequência, podem-se inferir os riscos desse corpo d'água à saúde humana.

A doença mais comum causada pela água poluída por esgoto é a gastroenterite. Infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta também estão associadas a esse tipo de

FOTOS: MARIA CRISTINA AQUINO

>>>

poluição. Em locais muito comprometidos, os banhistas podem estar expostos a doenças mais graves, como diarreia, hepatite A, cólera e febre tifoide.

Micro-organismos na areia Estudos realizados em praias de diversas partes do mundo confirmam a presença de bactérias potencialmente causadoras de infecções (como as dos gêneros *Salmonella*, *Shigella* e *Vibrio*) na areia das praias, inclusive em quantidades maiores que as da água do mar.

Além de bactérias, as areias também podem apresentar outros tipos de micro-organismos patógenos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), fungos são frequentemente encontrados na areia das praias. Muitos são inofensivos; no entanto, vários gêneros e espécies desses micro-organismos são potencialmente patógenos mediante contato. Além disso, sua sobrevivência é maior do que a da bactéria entérica, devido à sua capacidade de formar esporos resistentes.

DADOS PRECUPANTES

Em um estudo realizado com areia de 33 praias da costa de Portugal em 2005, a presença de leveduras ocorreu em 25,4% das amostras de areia coletadas, sendo que, destas, 67,5% tinham espécies do gênero *Candida*. Das amostras positivas para *Candida*, 60,4% continham espécies consideradas potencialmente patogênicas.

Em 2010, um estudo semelhante sobre a qualidade sanitária da água e da areia das praias da baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, detectou fungos em 88,3% das amostras de areia úmida e seca analisadas. Entre os fungos filamentosos, os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* foram os de maior frequência, correspondendo a 39% e 17% dos casos, respectivamente. Entre as leveduras, 61,6% pertenciam ao gênero *Candida*.

Embora muitos fungos não sejam causadores de doenças, várias espécies dos gêneros citados são patogênicas aos seres humanos. *Aspergillus sp.*, por exemplo, inclui espécies que podem causar aspergilose (doença que afeta os pulmões) e infectar diversos órgãos em indivíduos imunodeprimidos. Muitas espécies do gênero *Candida* podem provocar infecções cutâneas e, mais raramente, infecções disseminadas e profundas em indivíduos debilitados ou imunodeprimidos.

Resultados preocupantes também foram apresentados por um estudo feito na praia de Ponta Negra, cartão postal da cidade de Natal (RN), em 2012. O trabalho avaliou a presença de leveduras na areia, e os resultados apontaram alta incidência desses organismos. O gênero *Candida* foi o que apresentou maior ocorrência (78,62%), seguido pelo gênero *Trichosporon* (7,58%). Várias espécies patogênicas do gênero *Candida* foram isoladas, entre elas, *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. catenulata* e *C. guilliermondii*, indicando, portanto, alto risco para usuários.

A areia de praias recreativas pode abrigar, por exemplo, uma grande população de leveduras (fungos formados por apenas uma célula e invisíveis a olho nu) e fungos filamentosos (organismos multicelulares), oferecendo, assim, riscos para a saúde dos banhistas. Trabalhos científicos feitos em várias partes do mundo têm comprovado a existência de leveduras de relevância clínica nesses ecossistemas (ver 'Dados preocupantes'). Entre elas, estão as do gênero *Candida*, que têm elevada incidência de colonização e infecção no ser humano. Infecções causadas por leveduras do gênero *Trichosporon* também estão se tornando mais comuns em pacientes com sistema imunológico debilitado. Entre os fungos filamentosos, é frequente a ocorrência de espécies patogênicas do gênero *Aspergillus* e *Penicillium*.

Portanto, tem sido motivo de preocupação crescente a possibilidade de a areia da praia atuar como reservatório de vetores de infecções. Entre as doenças transmitidas pela areia contaminada estão o bicho-geográfico, a toxoplasmose (causada por um protozoário), distúrbios gastrointestinais, verminoses e micoses (provocadas por fungos).

Qual a origem do problema? Fatores como

descarga de esgoto sanitário, descarte irregular de lixo, presença de animais e o grande número de banhistas contribuem para a ocorrência e sobrevivência de micro-organismos patógenos na água e na areia de praias. Na água, as correntes se encarregam de dispersar rapidamente os micro-organismos. Na areia, condições como umidade, temperatura alta e presença de matéria orgânica abundante favorecem sua reprodução e manutenção.

Estudos indicam que as chuvas acarretam a diminuição da qualidade da água em praias. Especialmente na época da estação chuvosa, grande quantidade de resíduos, incluindo lixo e esgoto, é levada pela água da chuva para galerias pluviais, canais de drenagem e rios, de onde seguem diretamente para as praias.

Esse transporte de resíduos é muito comum. Recentemente, por exemplo, foi divulgada a notícia de que uma superbactéria resistente à maioria dos antibióticos disponíveis foi descoberta nas águas da praia do Flamengo, na Zona Sul do Rio de Janeiro, por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). A recomendação foi de que cariocas e turistas evitassem a pesca e o banho de mar no local. Segundo infectologistas da Fiocruz, o problema deve-se à contaminação do rio Carioca por esgoto de hospitais e clínicas da região.

Além disso, no Brasil, é frequente a ocorrência de ligações clandestinas de esgoto às tubulações destinadas ao escoamento de água pluvial para as praias. Esse fato é comprovado pelo aparecimento das conhecidas 'línguas negras' em diversas praias do país. O mesmo esgoto que causa contaminação da água das praias também pode contaminar a areia, já que introduz matéria orgânica no meio, além dos próprios micro-organismos que transporta, com consequências óbvias para os usuários.



Pombos, animais que transmitem várias doenças, são atraídos por restos de alimentos na praia de Boa Viagem (PE)

Lixo, animais e doenças A presença de fungos pode estar associada também a resíduos orgânicos deixados pelos banhistas. Restos de alimentos, como frutas, cabeças de camarão e cascas de amendoim, são frequentemente encontrados em praias urbanas. Esses resíduos são um substrato perfeito para o crescimento de micro-organismos que atuam em sua decomposição. O descarte de lixo orgânico na areia é potencializado pelo hábito de muitos frequentadores fazerem piquenique nas praias e levarem praticamente tudo o que vão consumir, inclusive alimentos preparados em casa.

Uma pesquisa feita em 2014 para avaliar a presença de resíduos sólidos em Jenipabu (praia turística do Rio Grande do Norte), em uma área de apenas 300 m² durante três finais de semana (sábado e domingo) consecutivos da alta temporada, verificou um total de 3.238 itens, que muitas vezes formavam grandes acúmulos. Os itens orgânicos correspondiam a 37% do total recolhido. Embora apresente uma degradação mais rápida do que outros itens, como plásticos, a matéria orgânica (composta pelos restos de alimentos) se acumula, devido ao seu descarte contínuo e em grande quantidade, o que reduz a atratividade da praia e expõe a saúde dos usuários locais a agentes patogênicos associados aos resíduos.

Quando o lixo é descartado de forma irregular, além de servir de substrato para o desenvolvimento de micro-organismos, atrai animais como pombos. Esses animais são responsáveis pela transmissão de várias doenças: criptococose, histoplasmose, salmonelose, toxoplasmose, encefalite, dermatites, alergias respiratórias, tuberculose aviária, entre outras. A presença de animais domésticos, que muitas vezes defecam e urinam na areia, também gera inúmeros riscos para os usuários.

A Resolução n° 274/2000 do Conama também recomenda aos órgãos ambientais a avaliação das condições

parasitológicas e microbiológicas da areia das praias. No entanto, estudos que têm como foco a poluição desses ambientes são bem mais recentes do que os relativos à balneabilidade da água, o que resulta em dificuldades para o estabelecimento de padrões de qualidade sanitária da areia. Dessa forma, ainda não existe em nenhum país legislação consolidada em vigor sobre a qualidade sanitária da areia de praias.

Porém, se houvesse um combate mais efetivo às ligações clandestinas de esgotos que escoam para as praias, à presença de animais domésticos nesses locais e ao manuseio inadequado do lixo, a poluição das areias e do mar do nosso litoral seria reduzida, o que minimizaria o risco de transmissão de doenças aos seus frequentadores. 

Sugestões para leitura

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. 'Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization'. *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, v. 2, n° 3, p. 83-101, 2013. (Disponível em <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJEM/article/viewFile/2263/2650>)

OLIVEIRA, A.L.; PEREIRA, F.C.; TURRA, A. 'Lixo nos mares: O papel da gestão de resíduos sólidos na conservação marinha'. *Ciência Hoje*, v. 53, n° 313, p. 22-25, 2014.

ARAÚJO, M.C.B.; SILVA-CAVALCANTI, J.S. 'O que temos a ver com isso? Resíduos em praias e ambientes costeiros'. *Ciência Hoje*, v. 53, n° 313, p.26-29, 2014.

NA INTERNET

KUGLER, H. 'Poluição oceânica: um panorama'. *Ciência Hoje On-line*. Publicado em 14/02/2014. (<http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/oceanos-envenenados/poluicao-oceanica-um-panorama>)

PLACAS FOTOGRÁFICAS DO ECLIPSE DE SOBRAL



*Observatório Nacional
preserva memória de um dos eventos
mais importantes da ciência*



Momentos que
antecederam
o início do eclipse,
com a participação da
população de Sobral

Sobral, 29 de maio de 1919.

A menos de 10 minutos de um eclipse solar, nuvens carregadas teimavam em encobrir o céu matutino. Apreensão total entre os cientistas – entre eles, brasileiros – que estavam nessa cidade cearense para fotografar o céu nos poucos minutos em que nossa estrela fosse encoberta pela Lua. Com essas imagens, pretendiam comprovar ou refutar as previsões de uma das teorias mais importantes da ciência.

Quase um século depois, o nome do Brasil ainda se faz presente nesse momento histórico para a ciência e a física moderna: muitas daquelas placas fotográficas permanecem sob a guarda e aos cuidados do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro (RJ). E, em breve, esse material será digitalizado e estará disponível para consulta na internet.

Carlos H. Veiga
Katia T. dos Santos
M. Luiza Dias
Renaldo N. da S. Junior
Observatório Nacional (RJ)

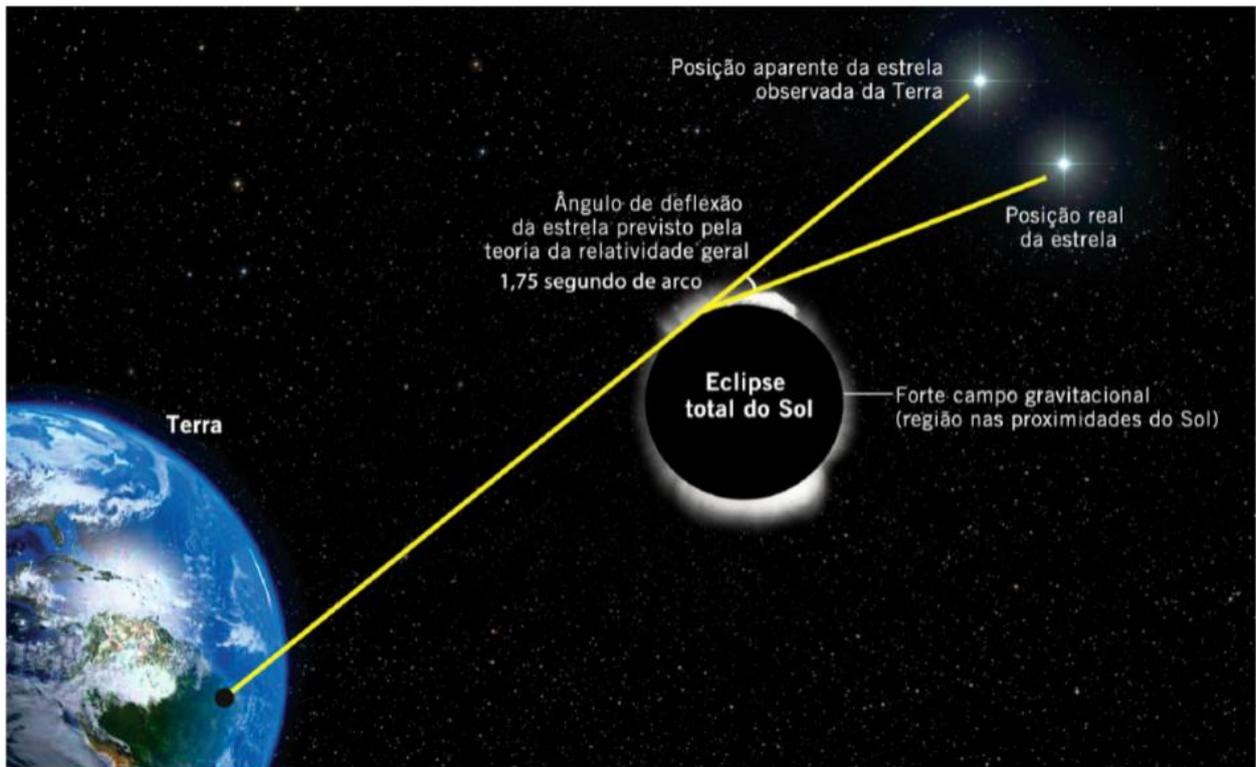
Na manhã de 29 de maio de 1919, um fenômeno celeste trocava, por alguns minutos, o dia pela noite em uma pacata cidade do Nordeste brasileiro, escolhida caprichosamente pela natureza para comprovar uma teoria científica (figura 1). Os preciosos minutos de duração do fenômeno deveriam ser aproveitados ao máximo: era a oportunidade para comprovar experimentalmente uma previsão feita pela então recém-publicada teoria científica: a relatividade geral, idealizada pelo físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), que pode ser entendida como uma teoria que explica os fenômenos gravitacionais.

Sobral, a cidade cearense, seria o palco que ajudaria a confirmar um fenômeno previsto pela relatividade geral: a deflexão da luz, na qual um feixe de luz (neste caso, vindo de uma estrela) deveria ter sua trajetória encurvada (ou desviada) ao passar nas proximidades de um forte campo gravitacional (no caso, gerado pelo Sol).



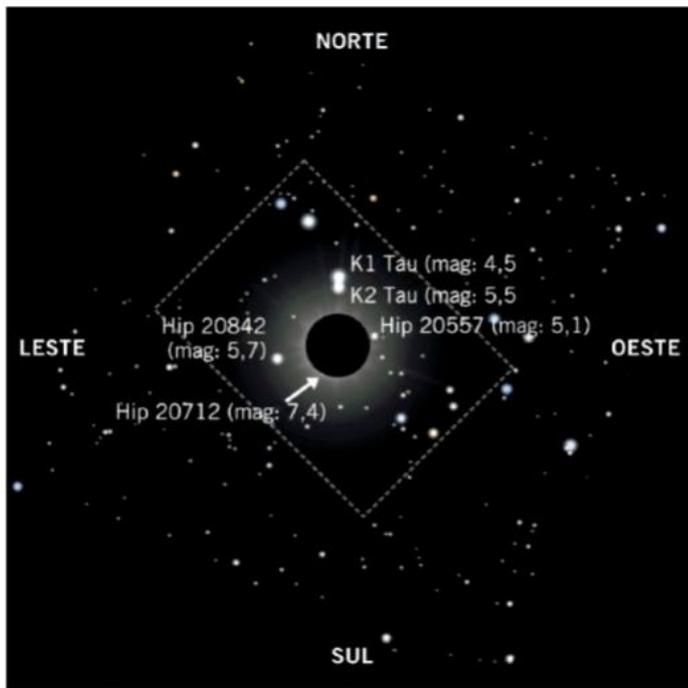
Figura 1. Equipamentos montados na pista de corrida de cavalos da cidade de Sobral (CE), em 1919

>>>



CENSO/PELOS AUTORES

Figura 2. Concepção artística – com elementos fora de escala – do efeito da deflexão da luz previsto pela teoria da relatividade geral



CENSO/PELOS AUTORES

Figura 3. Configuração de estrelas prevista para o momento do eclipse. A moldura pontilhada representa aproximadamente a dimensão do campo de observação das placas fotográficas. A magnitude (mag) é uma escala de brilho das estrelas. Quanto maior for o valor numérico, menor é o brilho da estrela. Em geral, é possível observar estrelas com magnitudes menores que cinco sem o auxílio de instrumentos ópticos

Esse desvio da luz faz com que a estrela observada seja vista em uma posição aparentemente diferente de sua posição real. O objetivo dos astrónomos era medir um pequeno ângulo formado por essas duas posições (figura 2).

Naquele dia, aconteceria um eclipse solar total. Os cálculos previam que deveria haver, pelo menos, uma estrela localizada no fundo de céu cuja luz passasse próxima ao bordo solar. Com essa configuração e boas condições meteorológicas, haveria grande chance de comprovar a nova teoria.

Durante o eclipse, as estrelas de fundo mais próximas do bordo do Sol estavam a uma distância média de 150 anos-luz da Terra – um ano-luz equivale a cerca de 9,5 trilhões de km. A estrela Hip 20712 era forte candidata para confirmar a teoria de Einstein, por ter sua luz passando muito perto do Sol (figura 3). Estavam previstas 13 estrelas para serem usadas como sistema de referência – naquela época, os catálogos continham um número relativamente pequeno de posição de estrelas brilhantes.

O eclipse foi observado também na ilha de Príncipe, na costa ocidental da África, mas o mau tempo não permitiu condições de trabalho ideais.

Do céu ao dia a dia Os astrônomos sabiam da dificuldade que teriam para medir o ângulo de desvio da trajetória e chegar ao resultado previsto pela teoria da relatividade geral, pois, provavelmente, muitas imagens de estrelas estariam imersas no halo difuso provocado pela luz do Sol, encoberta pelo disco da Lua. Havia também o problema da turbulência atmosférica, que prejudicaria a qualidade das imagens. Deveria ter um número de estrelas suficiente no campo de observação para ajustar e determinar com precisão suas coordenadas celestes observadas.

O sistema de medidas das imagens das estrelas era manual, o que introduziria um erro pessoal do observador. Devido à turbulência atmosférica, as imagens das estrelas poderiam aparecer nas placas fotográficas não como pontos, mas, sim, como diminutos 'borrões', o que dificultaria determinar o centro de cada uma delas. Um dos vários equipamentos usados na observação do eclipse foi um telescópio refrator conjugado a um conjunto de espelhos (figura 4).

A equipe de astrônomos brasileiros – responsável por medidas da coroa solar (atmosfera exterior do Sol) – foi chefiada por Henrique Morize (1860-1930), então diretor do Observatório Nacional, e contava com Domingos Costa (1882-1956), Lélío Gama (1892-1981), Theophilo Lee, Luís Rodrigues e Allyrio de Mattos (1889-1975).

Figura 4. Telescópio refrator astrográfico do construtor Mailhat, com 15 cm de abertura da objetiva e 8 m de distância focal, conjugado com um celostato (conjunto de espelhos planos que permitem registrar a imagem refletida do Sol sobre uma placa fotográfica)



Figura 5. Placa fotográfica de uma das observações espectroscópicas da coroa solar feitas pela equipe de Morize. As sete faixas representam a observação da região da coroa solar por meio de um prisma que decompõe a luz em suas diversas 'cores' (frequências)

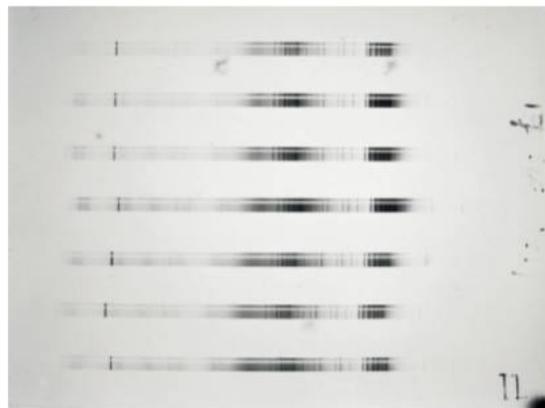
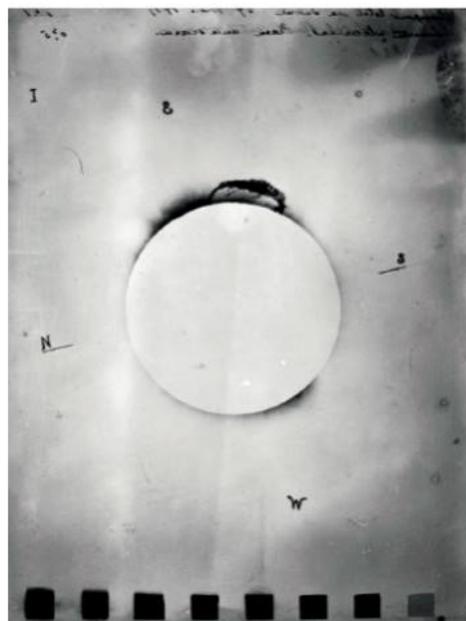


Figura 6. Placa obtida por um dos telescópios usados em Sobral, na qual é vista (parte superior) uma protuberância solar de aproximadamente 516 mil km



Morize foi ainda o responsável no Brasil pelos trabalhos que apontaram Sobral como local ideal para a observação. Os trabalhos relacionados à sutil medição do ângulo de deflexão da luz ficaram a cargo dos astrônomos ingleses.

Além de participar no apoio e na organização das observações do eclipse, a equipe brasileira fez observações da coroa solar usando um espectrógrafo, equipamento que faz o registro fotográfico das várias 'cores' (frequência) que compõem a luz emitida pela fonte (no caso, o Sol). A figura 5 mostra uma das observações espectroscópicas da coroa solar.

Nos períodos de grande atividade, o Sol emite enormes arcos de plasma (gás ionizado) que são lançados a centenas de milhares de quilômetros na coroa solar. No eclipse de Sobral, o tamanho deste arco (figura 6) foi de aproximadamente 516 mil km.

>>>



Figura 7. Henrique Morize (acima) e Theophilo Lee, especialista em espectroscopia, fazendo observação ao telescópio (abaixo)

As placas fotográficas também eram usadas para fotografar o dia a dia da população (figura 7). Pessoas, monumentos, eventos, a natureza. Enfim, tudo era registrado nesse dispositivo, que foi usado por mais de um século para guardar os momentos importantes da história das sociedades (ver 'A astronomia e a fotografia').

Todo esse acervo iconográfico de importância histórica inestimável permanece sob a guarda e aos cuidados da Biblioteca do Observatório Nacional (ver 'Digitalização e consulta pública').

Suspiro profundo Às 8h46, cerca de 10 minutos antes da previsão para o início da totalidade do eclipse, o céu estava encoberto por nuvens carregadas. Felizmente, no momento do contato interno, quando o disco da Lua encobre totalmente o disco do Sol, as nuvens se afastaram e foi possível observar e fotografar o fenômeno (figura 9). Foram os 5 minutos e 13 segundos mais longos para a história da física moderna.

“Do peito de todos saiu suspiro de profundo alívio, quando às 8 horas e 55 minutos, de meu relógio, verifiquei ter já principiado a totalidade. Nesse momento, todos, mesmo os simples curiosos que cercavam o acampa-

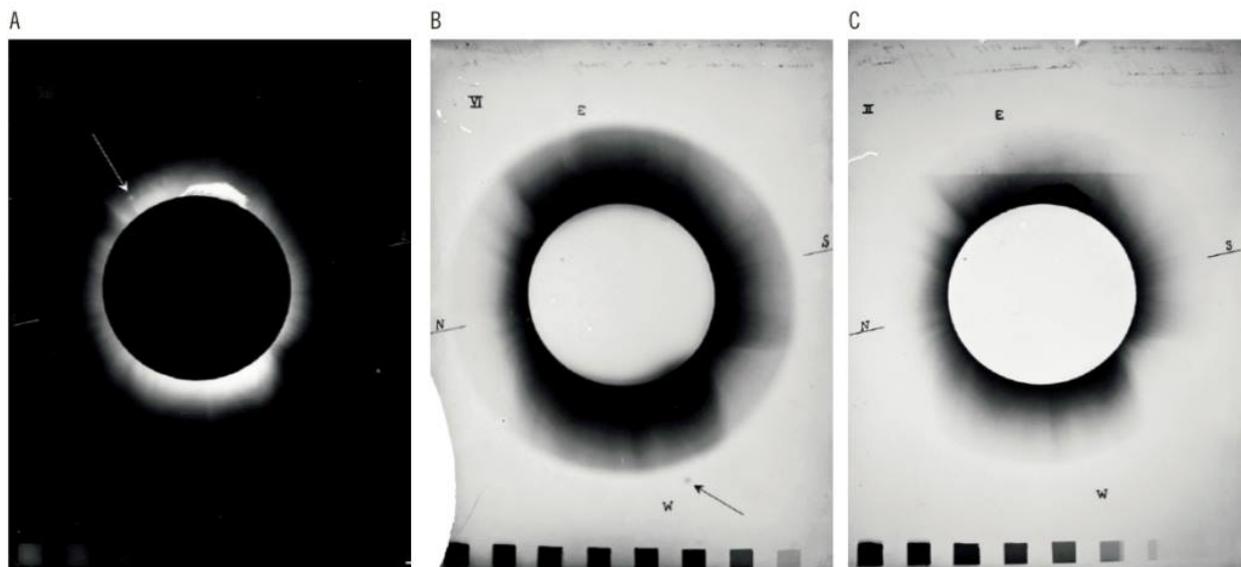
A ASTRONOMIA E A FOTOGRAFIA

A partir da segunda metade do século 19, as imagens fotográficas eram registradas usando-se placas fotográficas de vidro. Esse dispositivo, coberto por uma emulsão contendo sais de prata sensíveis à luz, era usado não só para registrar o cotidiano, mas também pela comunidade astronômica, até a última década do século passado, para observação de corpos celestes. Por ter baixo coeficiente de dilatação térmica, as placas de vidro garantiam, ao longo do tempo, a precisão e confiabilidade das medidas astronômicas.

A fotografia permitiu um grande avanço para a astronomia e para o desenvolvimento da astrofísica, passando a ter um papel de detector, comparando os dados observacionais com o distanciamento temporal de grandes estruturas, como as galáxias. Em 1873, foi iniciado um programa sistemático de observação da atividade das manchas solares, dos eclipses e da coroa solar.



Figura 8. Realização do frágil e paciente trabalho de higienização das placas fotográficas



mento, sentiram-se comovidos pela imponência do espetáculo que se manifestava”, disse Morize em uma conferência na Academia Brasileira de Ciências, em 22 de fevereiro de 1920.

A pedido de Morize, a população de Sobral deveria acompanhar o eclipse em silêncio, sem soltar fogos de artifícios para não atrapalhar a qualidade das “chapas fotográficas”.

Em uma reunião de cientistas em Londres, em 6 de novembro de 1919, a teoria da relatividade foi dada como comprovada. A partir daquele momento, a teoria da gravitação do inglês Isaac Newton (1642-1727), idealizada

cerca de 2,5 séculos antes, passava a ser um caso particular da relatividade geral, sendo válida só nos casos em que as massas são muito menores que as solares e as velocidades inferiores à da luz (300 mil km/s).

Em 1925, em um almoço no Hotel Copacabana Palace, na cidade do Rio de Janeiro, Einstein, em reconhecimento à importante contribuição das observações realizadas em Sobral à comprovação de sua teoria, fez o seguinte comentário, por escrito, para um jornalista: “O problema que minha mente formulou foi respondido pelo luminoso céu do Brasil”. 

Figura 9. Em A e B, placas nas quais podem ser vistas estrelas (indicadas pelas setas) – esta última obtida com um tempo de exposição de 8 segundos. Em C, placa do telescópio de quatro polegadas

DIGITALIZAÇÃO E CONSULTA PÚBLICA

O acervo de placas fotográficas históricas sob a guarda da Biblioteca do Observatório Nacional (ON) abriga 900 itens. Desse total, 61 placas são relacionadas ao eclipse de Sobral, material que, após quase 100 anos, está em bom estado de conservação.

Especialistas em conservação do ON fizeram uma delicada higienização somente no vidro, lado contrário ao da emulsão fotográfica (combinação de gelatina com sais de prata sensíveis à luz), onde estão registradas as imagens do eclipse. As placas – que têm dimensões de 24 cm por 18 cm ou 9 cm por 12 cm – foram acondicionadas em papel próprio para a embalagem desse tipo de material, evitando uma possível reação química com a emulsão fotográfica (figura 8).

Estimamos que, em seis meses, as placas passarão por um processo de digitalização de alta resolução, preservando assim as informações contidas nelas e também para que as imagens geradas sejam disponibilizadas para consulta eletrônica na página institucional.

Sugestões para leitura

DYSON, F. W.; EDDINGTON, A. S.; DAVIDSON, C. 'A determination of the deflection of light by the Sun's gravitational field from observations made at the total eclipse of May 29, 1919'. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London A, v. 220, 291 (1920).

MORIZE, H. 'Resultados obtidos pela Comissão Brasileira do eclipse de 29 de maio de 1919'. *Revista de Ciencias*, v. 4, n. 3, p.65-81 (1920).

KENNEFICK, D. 'Not only because of theory: Dyson, Eddington and the competing myths of the 1919 eclipse expedition'. *Proceedings of the 7th Conference, Tenerife, 2005*. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/0709.0685>>.

VIDEIRA, A. A. P. 'Einstein e o eclipse de 1919'. *Física na Escola*, v. 6, n.1, 2005.

DAMINELLI, A. 'Sobral, 29 de maio de 1919'. *Revista Pesquisa Fapesp*, 04/05/09 online

ISSO VAI DAR

Efeitos da criação
de caprinos e ovinos
no Semiárido

BODE!

A criação de caprinos e ovinos tem grande importância cultural e econômica para a população rural do Semiárido nordestino. Mas estudos apontam que a atividade resulta em graves prejuízos à diversidade da flora da caatinga, devido à falta de estratégias de manejo adequadas. A substituição de parte desse imenso rebanho por emas mostra-se uma alternativa rentável para o produtor e capaz de proteger a vegetação nativa do bioma.

Juliano R. Fabricante

Departamento de Biociências

Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana (SE)

Kelianne C. Targino de Araújo, Deise R. S. de Oliveira,

Crislaine P. B. de Oliveira, Raphaela A. Castro

e José A. Siqueira Filho

Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas,

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina (PE)

A caatinga é a única vegetação brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional. Com área de cerca de 900 mil km², o equivalente a 11% do Brasil, ela engloba 1.280 municípios em 10 estados. A diversidade da fauna e flora na caatinga é bastante elevada, muito superior à de outras florestas secas do mundo, sendo que seu número real de espécies é, provavelmente, ainda maior que o apontado hoje pelas pesquisas, uma vez que grande parte da área ocupada por esse bioma permanece pouco estudada. Apesar disso, a caatinga é uma das regiões menos protegidas: só 2% de seu território representam unidades de conservação, fato muito preocupante, pois resulta no uso insustentável e desordenado dos seus recursos naturais, por meio de agricultura intensiva, desmatamento, mineração, entre outras práticas humanas que alteram a vegetação e modificam drasticamente o ambiente, repercutindo de modo negativo sobre a biodiversidade.

Outro fenômeno que influencia diretamente a manutenção das populações naturais de espécies vegetais da caatinga é a herbivoria (consumo de plantas) por caprinos (cabras e bodes) e ovinos (ovelhas e carneiros), prática muito comum em regiões secas. Esses animais, originários da Eurásia, foram disseminados mundialmente, devido à facilidade de sua domesticação.

A caprinocultura e a ovinocultura (criação de caprinos e ovinos, respectivamente) são atividades agropecuárias praticadas em todo o território nacional, mas é no Semiárido brasileiro que se encontram os maiores rebanhos. Pode-se dizer que exista quase um animal para cada habitante nessa região. Desse montante, boa parte, senão a maioria, é criada sem qualquer estratégia de manejo. Mais que isso, os caprinos e ovinos são criados soltos na caatinga, livres para ir e vir, forrageando inclusive no interior das poucas unidades de conservação existentes no bioma.

>>>



Em A, as áreas de caatinga com caprinos e ovinos (à esquerda) têm taxa de mortalidade de arbustos e árvores três vezes maior que a de áreas sem esses animais (à direita). A criação de emas (B) é uma alternativa sustentável para regiões de caatinga. Em C, considerando o mesmo número de animais por área, os efeitos das emas sobre a vegetação da caatinga (à direita) são desprezíveis quando comparados aos causados pelos caprinos e ovinos (à esquerda)

Rastro destrutivo Os efeitos causados por caprinos e ovinos sobre a vegetação da caatinga são bastante acentuados e facilmente visualizados. Em cerca de um ano, esses animais eliminam parte significativa das ervas e provocam alta mortalidade nos arbustos e árvores do bioma. Isso se deve não só ao consumo da vegetação, mas também à habilidade de caprinos de se apoiar nas plantas com as patas dianteiras, o que acaba quebrando seus galhos e caules, causando-lhes danos severos, até a morte.

Entre as espécies que tendem a desaparecer devido ao pastejo desses animais, estão plantas endêmicas, raras e de grande importância para a fauna e a população da região, como o umbu, a umburana, o juazeiro, a aroeira, o angico, as catingueiras, o mororó, o cascudo e as juremas. Em médio e longo prazos, isso resulta na formação de comunidades extremamente simplificadas e homogêneas, dominadas por poucas espécies não predadas.

Os impactos não acabam aí: com a diminuição da biomassa, ou seja, da quantidade total de matéria vegetal (folhas e galhos) no ambiente, ocorrem alterações importantes na fertilidade dos solos, além da redução de sua umidade natural. A partir dessas alterações, outras espécies também são excluídas, diminuindo ainda mais a diversidade. É um efeito em cascata, e a consequência final pode ser desastrosa: extensas áreas notoriamente suscetíveis podem entrar em processo de desertificação.

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, esse fenômeno é caracterizado pela degradação de terras nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas. Destaca-se que o contingente humano que seria afetado por esse processo é bastante significativo. No Semiárido nordestino, por exemplo, vivem mais de 20 milhões de pessoas.

Alternativa sustentável Existe solução para esse problema? Sim. Uma delas é a ema, ave nativa da América do Sul e com ampla distribuição no continente. Por ter evoluído aqui, a ema tem uma relação harmônica com o meio físico e biológico, diferentemente de animais exóticos, como os caprinos e os ovinos.

Estudo realizado em região de caatinga no município de Petrolina (Pernambuco) mostrou que, com o mesmo número de animais por área, os efeitos das emas sobre a vegetação são desprezíveis quando comparados aos causados pelos caprinos e ovinos. A pesquisa analisou três

FOTOS: JR. IANRICHANTE



áreas de 30 mil m² cada: uma com caprinos e ovinos, outra com emas e a terceira sem animais. Enquanto nas áreas com caprinos e ovinos foram observados apenas seis espécies de ervas e um total de 296 indivíduos, nas áreas com emas foram encontrados 32 espécies e 2.649 indivíduos, valores estatisticamente iguais aos das áreas sem animais.

Em relação à taxa de mortalidade de arbustos e árvores, os resultados foram semelhantes. Nas áreas com caprinos e ovinos, a mortalidade registrada (16,6%) foi quase o dobro da observada nas áreas com emas (8,7%) e três vezes maior que nas áreas sem animais (5%).

Emas são ainda dispersoras de sementes, o que ajuda na manutenção das populações de plantas. Além disso, devido à sua dieta (onívora) e ao trato digestivo altamente especializado, as emas podem sobreviver em regiões semiáridas e áridas com alimentos de baixo valor nutricional, o que aumenta a relevância da introdução dessas aves na cadeia produtiva das regiões mais secas e degradadas do Semiárido nordestino, que são impróprias até para a caprinocultura e a ovinocultura.

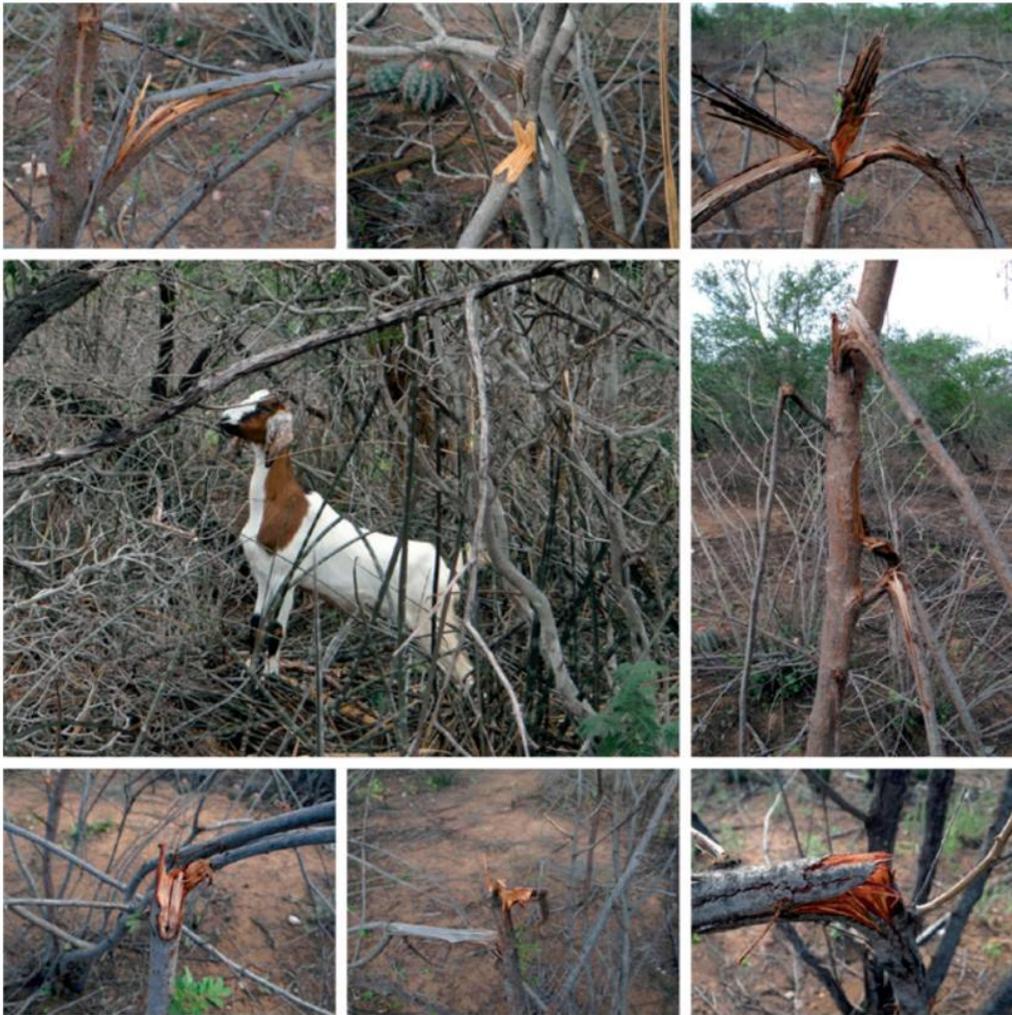
As vantagens econômicas das emas também são bastante atrativas. Segundo estudos e consultas a produtores da região de Petrolina (Pernambuco), uma ema ingere diariamente 400 g de alimento, já caprinos e ovinos consomem até 900 g. Cada ema adulta é vendida por um preço que varia de 700 a mil reais; para caprinos e ovinos, esse valor é bem menor: entre 100 e 300 reais. Embora a quantidade de carne extraída por animal seja

menor na ema (de 8 a 10 kg, enquanto caprinos e ovinos rendem de 12 a 15 kg), o preço do kg da carne de ema (de 30 a 50 reais) pode chegar ao dobro do de caprinos e ovinos (de 15 a 30 reais). Vale destacar que esses valores podem apresentar alterações em função da época e do ano analisados, da disponibilidade de alimento, do tipo de manejo e da raça dos animais (no caso de caprinos e ovinos, a comparação foi feita com base em animais sem raça definida, grupo que representa a maior parte daqueles criados soltos na caatinga).

A criação de emas surge, portanto, como alternativa rentável – e ecologicamente sustentável – para os produ-

CRIAÇÃO LEGALIZADA

Como as emas são animais silvestres, sua criação é regulamentada por legislação específica. Destacam-se, entre outras: a Portaria 132, de 5 de maio de 1988, que trata da criação de animais silvestres que não têm plano de manejo estabelecido; a Portaria nº 117-N, que regulamenta a comercialização de animais da fauna silvestre brasileira vivos e abatidos, provenientes de criadouros, com finalidade econômica e industrial; e a Portaria nº 188-N, que regulamenta a implantação de criadouros de espécimes de fauna brasileira e exótica para fins comerciais.



Ao se apoiarem nas plantas com suas patas dianteiras, caprinos quebram galhos e caules, provocando grandes danos à vegetação

FOTOS: J.R. FABRICANTE

tores de regiões semiáridas e áridas, pois, além da carne, as emas fornecem couro e plumas de excelente qualidade e têm mercado garantido, destacando-se o norte-americano, o asiático e o europeu (ver 'Criação legalizada').

Realidade digna de atenção É preciso esclarecer que o objetivo da divulgação desses resultados não é o de 'levantar uma bandeira' contra a caprinocultura e ovinocultura nordestinas, mas demonstrar uma realidade que deve fazer parte das reflexões de pesquisadores, políticos, produtores e cidadãos em geral.

Apesar da importância cultural e financeira dos caprinos e ovinos para a população rural do Semiárido nordestino, é necessário e urgente modificar o atual sistema de criação desses animais. Com medidas relativamente simples, como a inibição da soltura de caprinos e ovinos em unidades de conservação e outros ambientes de proteção ambiental e o uso de diferentes métodos de manipulação das áreas de caatinga usadas para a criação desses animais (entre eles, o rebaixamento, o raleamento e o enriquecimento), aliadas à introdução da ema na cadeia produtiva, em substituição a parte do plantel de caprinos e ovinos, especialmente no interior e nas imediações de áreas de interesse con-

servacionista, é possível mitigar os efeitos negativos desses mamíferos sobre parte da caatinga.

As espécies nativas têm potencialidades que devem ser estudadas e exploradas para gerar bens, serviços e produtos para a sociedade. Precisamos mudar a cultura de que 'o que vem de fora é melhor'. Somente a partir desse conceito conseguiremos modificar situações como a provocada pela criação de caprinos e ovinos no Semiárido nordestino. 

Sugestões para leitura

- FAO. *El papel de los animales domésticos en el control de la desertificación*. In: PNUD/FAO. Oficina Regional de la Fao para América Latina y el Caribe. Santiago, 1993.
- HOSKEN, F.M.; SILVEIRA, A.C. *Criação de emas*. Coleção animais silvestres. Viçosa: Aprenda Fácil, 366 p, 2003.
- MOOLMAN, H.J.; COWLING, R.M. 'The impact of elephant and goat grazing on the endemic flora of South-african succulent thicket'. *Biological Conservation*, v. 68, p. 53-61, 1994.

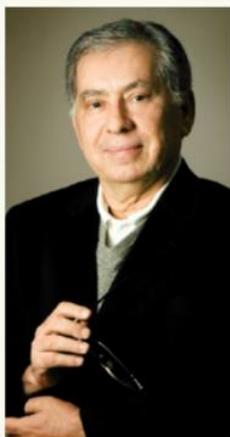


FOTO: CECILIO RODRIGUES

A razão de ser da cidade é a liberdade; mas ela também pode oprimir. Sendo uma construção social, a cidade se ajusta aos desejos do tempo

RAZÃO DE SER

“O ar da cidade liberta”, nos diz conhecido ditado medieval. Associo essa expressão a uma pintura do século 16, do flamengo Pieter Bruegel (1525-1569). Chama-se *Luta entre o Carnaval e a Quaresma* e representa uma praça onde múltiplas pessoas e grupos desempenham variadas e conflituosas atividades urbanas.

“A cidade é a prisão do indivíduo moderno”, diz o pintor Elías, personagem nova-iorquino de *Hereges*, recente romance do escritor cubano Leonardo Padura. Ele explicita sua avaliação pintando paisagens urbanas sem gente, o que entende como representação da solidão no mundo contemporâneo.

Entre esses dois tempos, terá a cidade perdido sua condição essencial de lugar da liberdade e se tornado o lugar da opressão?

A pintura de Elías pode sugerir outras interpretações. Para além da cidade como prisão do indivíduo, descreve-se uma cidade que aprisionou a sua própria vida – aquela que se estabelece no espaço público, o lugar da interação social, da liberdade. Uma paisagem urbana vazia de gente é um cenário. Não é um espaço, porquanto o que justamente qualifica o cenário como espaço é o uso, são as pessoas, são os ritos que se estabelecem e que constroem a memória individual e coletiva do lugar.

Em que pese o termo ‘cidade’ abranger tanto o burgo medieval de Bruegel quanto a Nova York contemporânea de Elías, há uma gigantesca diferença de tempo e de escala que os distingue.

Na pequena cidade, todos se conhecem e os papéis estão preestabelecidos; mesmo assim, na praça se permite o jogo libertário da mudança de papéis, ainda que com o uso de máscara ou fantasia. Já nas ruas da grande cidade, o domínio é da multidão, onde a identidade de cada um pode esmaecer – o que transmitiria ao personagem do romancista cubano a sensação de solidão, de prisão.

O filósofo francês Jean-Paul Sartre (1905-1980), por exemplo, em sua primeira

visita a Nova York, em 1945, se sentia perdido ante a imensidão de ruas retas, acostumado que estava ao emaranhado de pequenas distâncias nas vielas de Paris.

Estar inidentificável no pequeno burgo ou estar solitário na multidão da metrópole é falso contraponto: é um mesmo desejo que, em longa caminhada no tempo, busca a liberdade.

É falso contraponto também porque talvez não haja possibilidade de a liberdade ser só do indivíduo senão na loucura. A liberdade, para ser plena, precisa ser compartilhada. E quem sabe aí reside a mágica maior da cidade: o oferecimento de condições que podem permitir tal compartilhamento no coletivo.

Hoje, embora o espaço urbano não seja o único lugar da interação, pois os modernos meios de comunicação digital também a potencializam, a cidade continua exercendo o papel de matriz civilizatória.

Contudo, no caso brasileiro, nosso sistema de cidades se encontra sem reconhecimento quanto à complexidade e importância dessa responsabilidade. A homogênea falta de atenção a todas as escalas urbanas desmerece tanto a pequena cidade quanto a metrópole. Seus mecanismos de desenvolvimento, como a autonomia política e o planejamento do futuro, concebidos nos solavancos da história, são embaçados por um ‘pragmatismo de resultados imediatos’ e por um modo de governar que abstrai as competências – tal como, aliás, ocorre em outras áreas de poder. São métodos políticos ultrapassados em relação à consciência coletiva.

Quem sabe devamos começar a revisão desses métodos pelas cidades – lugar, aliás, onde tudo começou, onde a política nasceu?

A razão de ser da cidade é a liberdade; mas ela também pode oprimir. São os testemunhos de Bruegel e de Elías. Sendo uma construção social, a cidade se ajusta aos desejos do tempo. A escolha é nossa. **CM**

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

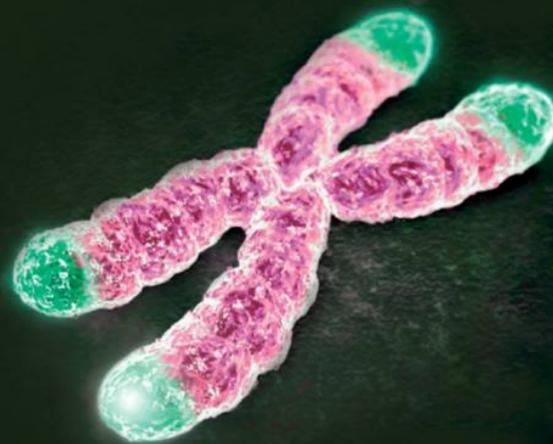
Tal filho, tal mãe

ESTRUTURAS CROMOSSÔMICAS MAIS CURTAS SÃO ASSOCIADAS A DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE EM CRIANÇAS; MÃES TAMBÉM TÊM CROMOSSOMOS ENCURTADOS

Que os telômeros (estruturas nas extremidades dos cromossomos que funcionam como capas protetoras) estão envolvidos no processo de envelhecimento já era sabido. Mas que seu tamanho encurtado pode estar associado ao estresse crônico a à apresentação de transtornos psiquiátricos e desordens neurológicas é novidade. Pesquisadores das universidades federais do Rio de Janeiro (UFRJ) e de Minas Gerais (UFMG) e do Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino (IDOR) constataram que telômeros mais curtos ao nascer têm relação com o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e que essas estruturas encurtadas estão presentes não apenas nas crianças com TDAH como também em suas mães – mas, curiosamente, não nos seus pais.

Os pesquisadores avaliaram, de 2012 a 2014, o material genético de 61 crianças entre 6 e 16 anos diagnosticadas com TDAH, assim como o de seus pais. E concluíram que o transtorno afeta o DNA dos pacientes e de seus familiares, aumentando o risco de envelhecimento precoce e diminuindo a estimativa de vida. O estudo foi publicado no periódico *Frontiers of Molecular Neuroscience* de julho.

Um dos autores da pesquisa, o neuropsiquiatra Paulo Mattos, da UFRJ e do IDOR, acredita que, como as mães têm um papel diferenciado na nossa cultura, elas sofrem mais o impacto de lidar com os filhos com TDAH do que os pais. “As mães ficam mais tempo em contato com as crianças e envolvem-se mais nos problemas escolares e sociais dos filhos”, explica.



Mattos sugere que o tratamento precoce do TDAH – que exige um diagnóstico bem feito, geralmente por especialista – tem o potencial de evitar maiores danos ao material genético (encurtamento dos telômeros) nas mães. “O tratamento pode ser feito com medicamentos e/ou psicoterapia; porém, em crianças em idade pré-escolar, a medicação tem eficácia baixa e muitos efeitos colaterais, preferindo-se apenas a psicoterapia.”

TELOMERE EXTENSION TURNS BACK AGING CLOCK IN CULTURED HUMAN CELLS, STUDY FINDS | NINDS CENTER | STANFORD MEDICINE

Aleitamento feliz

DISPOSITIVO FAVORECE AMAMENTAÇÃO SEM TRAUMAS

Ninguém duvida dos benefícios da amamentação. Mas, em muitos casos, o aleitamento vem acompanhado de fissuras, dor e sangramento nos mamilos. Como satisfazer então o desejo de alimentar o bebê de modo saudável sem sofrimento para a mãe?

Preocupada com os traumas mamilares que podem levar ao desmame precoce, uma pesquisadora da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) buscou uma solução durante sua própria gravidez: a odontóloga Sabina Pena Borges Pêgo desenvolveu um protetor mamilar absorvente que libera um composto de lanolina anídrica – hidratante que age estimulando

a cicatrização das áreas machucadas do mamilo.

Segundo Pêgo, o dispositivo – não adesivo e descartável – consiste em uma membrana de acetato de celulose com um reservatório impermeável contendo lanolina anídrica, que vai sendo liberada de forma lenta e contínua. “Além de poder ser ingerida pelo bebê, a lanolina está associada ao protetor, que absorve o excesso de leite produzido pela mãe, evitando traumas e a contaminação e infecção das mamas”, esclarece a pesquisadora.



Dado seu baixo custo, Pêgo acredita que o produto – ainda sem proposta para ser comercializado – poderia ser fornecido às gestantes durante o pré-natal, após o parto ou em campanhas pró-amamentação, juntamente com uma cartilha de orientação quanto ao correto posicionamento do bebê durante a amamentação, bem como sobre os cuidados com as mamas.

FOTO: SEBRAE

Vida em risco nos recifes

ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS AMEAÇA FAUNA MICROSCÓPICA DE AMBIENTES RECIFAIS

Relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) estimam, nos próximos anos, um aumento da acidificação dos oceanos provocado pela elevação das emissões de CO₂. Mas quais as consequências desse processo na fauna marinha? A partir de simulações feitas no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, em Porto Seguro (BA), cientistas da Rede de Pesquisas Coral Vivo preveem forte impacto na fauna microscópica de ambientes recifais, composta por crustáceos, poliquetas, tardígrados e moluscos com tamanho inferior a 1 milímetro. Esses animais, que ocorrem em abundância associados a algas ou sedimentos, têm papel importante na cadeia alimentar e respondem rapidamente às mudanças no ambiente.

Publicado na revista *Coral Reefs* de setembro, o estudo, feito num sistema experimental com 16 tanques que recebiam continuamente a água de um recife de coral, contabilizou 20.371 organismos dessa fauna microscópica. Os pesquisadores observaram os efeitos da acidificação tanto nesses animais quanto em seus descendentes, uma vez que o ciclo de vida deles é curto.

Os maiores impactos da redução do pH marinho — alta mortalidade — foram percebidos nos indivíduos juvenis. A bióloga Visnu Sarmiento, doutoranda da Universidade Federal de Pernambuco e membro da Rede, patrocinada pela Petrobras, acredita que, no futuro, pode haver uma mudança na dinâmica dessas populações.

FOTO PROJETO CORAL VIVO



Cerveja 100% brasileira

PRIMEIRA BEBIDA À BASE DE LEVEDURA NACIONAL É LANÇADA NO MERCADO

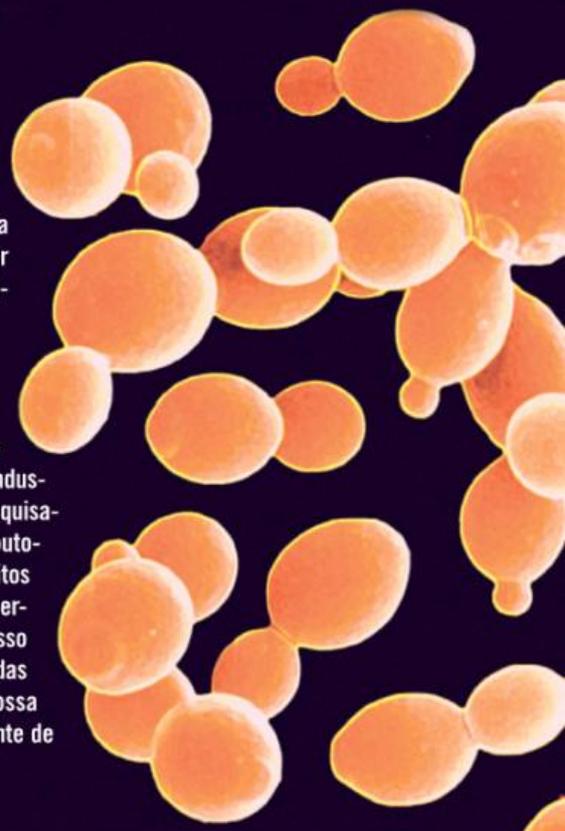
Resultado de quatro anos de pesquisa e de uma parceria entre empresa e universidade, uma cerveja produzida a partir de leveduras genuinamente brasileiras acaba de ser lançada no mercado. A Grimor 18, como foi batizada a bebida, tem um aroma especial, foi aprovada nos testes sensoriais e já ganhou grande aceitação dos consumidores.

“Até agora, todas as cervejas produzidas no Brasil eram feitas com leveduras importadas”, diz a bióloga Gabriela Montandon, que desenvolveu a pesquisa durante seu doutorado em microbiologia na Universidade Federal de Minas Gerais e no Laboratório de Enzimas, Fermentação e Tecnologia de Preparo de Cerveja do KU-Leuven Campus Gent, na Bélgica. Montandon, que é também produtora de cervejas, utilizou novas linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* para produzir a bebida.

A bióloga conta que desejava encontrar dentro da biodiversidade brasileira uma levedura adequada para a produção de cervejas especiais, com diversidade sensorial e riqueza de aromas. Depois de

estudar várias leveduras e produzir diversas cervejas, escolheu a que teve melhor desempenho nos testes sensoriais realizados por uma equipe de avaliação treinada. A Grimor 18 mostrou grande aceitação do público: os 4 mil litros produzidos foram vendidos em poucos dias.

“Graças à parceria com a indústria, conseguimos passar dos testes em tubos de ensaio para grandes fermentadores em escala industrial”, comemora Montandon. A pesquisadora pretende agora finalizar seu doutorado e concluir a tramitação dos direitos de uso das leveduras para futura comercialização no mercado nacional. “Isso permitirá minimizar a dependência das leveduras importadas, valorizar nossa produção e projetar o país como fonte de matérias-primas cervejeiras.”



Turismo de memórias

APLICATIVO BUSCA ESTIMULAR PASSEIOS HISTÓRICOS, COM FOCO NA ESCRAVIDÃO, NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

As novas tecnologias podem ser usadas no combate ao racismo e a serviço da divulgação da história da escravidão e do patrimônio imaterial afro-brasileiro. Além disso, podem contribuir com a inserção das comunidades quilombolas e jongueiras na rota de turismo no sul-fluminense. Um aplicativo lançado em julho é prova disso. Disponível gratuitamente para Android e, em breve, para o sistema IOS, a plataforma busca incentivar o turismo de memórias no estado do Rio de Janeiro.

Desenvolvido pela empresa Digitok, o aplicativo faz parte do projeto 'Passados presentes', coordenado pelas historiadoras Martha Abreu e Hebe Mattos, da Universidade Federal Fluminense (UFF), e Keila Grinberg, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Uni-Rio). A plataforma dispo-

nibiliza três roteiros em pontos simbólicos da história da escravidão do sul do estado: os quilombos do Bracuí (Angra dos Reis) e de São José (Valença) e as comunidades jongueiras de Pinheiral. Todos os pontos foram mapeados pelos membros das respectivas comunidades, descendentes de antigos escravos. Na capital fluminense, está disponível a opção 'Perto de mim', que mostra mais de 30 pontos de memória no centro da cidade.

O aplicativo reúne informações sobre o projeto como um todo, além de contar um pouco de cada uma das comunidades e apontar contatos para visitas. Todos os circuitos contam com uma exposição permanente a céu aberto a respeito da história da escravidão no local. Os pontos demarcados contêm um código QR: basta abrir o aplicativo e



Alerta para o resgate

TÉCNICA DETECTA FOGO EM IMAGENS COM EFICÁCIA PRÓXIMA À DO SER HUMANO

Combinações de algoritmos podem ser uma ferramenta eficaz para detectar focos de incêndio ou explosões em imagens e permitir que as autoridades responsáveis adotem a melhor estratégia para solucionar a emergência. Proposta por pesquisadores do Grupo de Bases de Dados e Imagens do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP), em São Carlos, a técnica permite filtrar as imagens relevantes – fotografias enviadas em tempo real por usuários de dispositivos móveis – de modo a tornar a operação de resgate mais eficaz.

Os pesquisadores identificaram 36 combinações de algoritmos (seqüências de comandos passadas ao computador para definir uma tarefa) capazes de analisar cores, texturas e formas. Desse modo, eles alcançaram uma eficácia para detectar padrões de fogo

superior a 85% – próxima à do ser humano, de 92%.

Segundo um dos envolvidos no projeto, o estudante de doutorado Marcos Bedo, o método funciona como um filtro: quando alguém posta uma fotografia, ela é analisada automaticamente e o sistema acusa a presença de fogo, mas, se a imagem não tiver fogo, de fato, ela não vai chegar à central de controle.

A técnica desenvolvida na USP faz parte do Projeto Rescuer, sistema capaz de gerenciar crises em polos industriais e em ambientes com grande número de pessoas, como *shows* e eventos esportivos.

A técnica para identificar fogo em imagens será usada na plataforma Rescuer

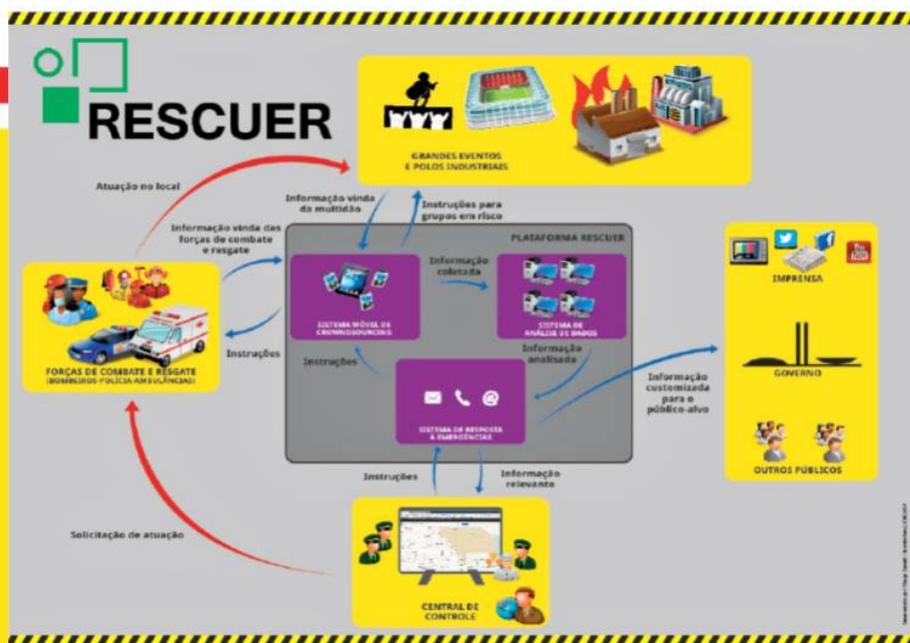


FOTO: ELAT - INEP/ FEDRIZZI JUNIOR

Mais na CH On-line:



aproximar o celular para ter acesso a mais conteúdo.

Na cidade de Pinheiral, onde foi lançada a primeira exposição, o resultado tem sido positivo e o número de visitantes aumentou consideravelmente desde julho. Segundo Martha Abreu, a importância do projeto é oferecer mais narrativas a respeito do período da escravidão e pós-abolição, assim como atuar na auto-estima dos membros das comunidades. “Nós vemos jovens orgulhosos do passado, de sua memória. Eles contam a história independentemente dos historiadores”, diz.

A segunda exposição, do Quilombo de São José, foi inaugurada em setembro, e a do Quilombo do Bracuí tem previsão de lançamento para o dia 14 de novembro. O projeto contou com o apoio da Petrobras, da Secretária de Cultura do estado e da Faperj.



Futuro promissor para o Pantanal

Aplicação do Código Florestal Brasileiro gerou solução técnica inovadora no ecossistema

ANTONIO DOS SANTOS JUNIOR

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia
Campus Porto Velho Calama

A aplicação de uma lei ambiental para o Pantanal – onde a pecuária é praticada há mais de dois séculos – sempre foi um desafio. O novíssimo Código Florestal Brasileiro, de 2012, caracterizou essa região como Área de Uso Restrito; assim, as atividades econômicas desenvolvidas devem considerar as recomendações técnicas dos órgãos oficiais de pesquisa. Foi proposta uma solução técnica inovadora para evitar a completa substituição da vegetação nativa por cultivos de pastagens, e outras estão por vir.

Em 25 de maio de 2012, a presidente Dilma Rousseff sancionou a Lei Federal nº 12.651 e instituiu o novo Código Florestal Brasileiro. Esse documento deve ser considerado um avanço na legislação ambiental brasileira, pois consolidou instituições do código anterior, como a Reserva Legal (RL) e a Área de Preservação Permanente (APP). Além disso, considerou avanços baseados nos resultados obtidos pela ciência ecológica nas últimas décadas, como a proteção às restingas e a classificação do Pantanal brasileiro como Área de Uso Restrito (AUR).

Na referida Lei Federal, em seu artigo 10º, pode-se ler: “Nos pantanais e planí-

cies pantaneiras, é permitida a exploração ecologicamente sustentável, devendo-se considerar as recomendações técnicas dos órgãos oficiais de pesquisa, ficando novas supressões de vegetação nativa para uso alternativo do solo condicionadas à autorização do órgão estadual do meio ambiente, com base nas recomendações mencionadas neste artigo”.

Essa assertiva é vaga, gerou insegurança jurídica para os pecuaristas e abriu precedente para diferentes interpretações; inclusive, para o questionamento sobre se o Pantanal deve seguir o código florestal ou não. Antes que o/a leitor/a pense que o autor deste texto perdeu a saúde mental, esclareço: sim, as atividades econômicas desenvolvidas no Pantanal devem observar o Código Florestal. Porém, a estrutura e a dinâmica desse ecossistema são um desafio à aplicação da legislação florestal brasileira.

Um exemplo. De acordo com a legislação anterior, a orientação era considerar a maior cota de inundação para definir a extensão da APP por propriedade (figura 1). Isso tornava o Pantanal uma extensa APP; portanto, ao rigor da lei, inacessível à exploração econômica, se considerarmos a cheia extraordinária de 1988. Contudo, a tradicional pecuária pantaneira tem gerado, há mais de dois séculos, riqueza,

Figura 1. Vista parcial do ecossistema pantaneiro em período de cheia, ilustrando a maior cota de inundação para a delimitação de Área de Preservação Permanente, segundo a legislação ambiental prévia à Lei Federal 12.651/2012



FOTO ANTONIO DOS SANTOS JUNIOR

aparentemente, com reduzido efeito sobre a biodiversidade desse ecossistema. Isso só foi possível porque o gado bovino foi criado de modo extensivo, em baixa densidade nos campos nativos e seguindo o pulso de inundação, de modo semelhante à fauna nativa.

Porém, no início dos anos 1970, as práticas de manejo da atividade pecuária mudaram e os fazendeiros iniciaram o processo de substituição da vegetação nativa, florestal ou não, por pastagens cultivadas de espécies exóticas recomendadas para aumentar a produtividade do rebanho. Segundo alguns estudos, essa nova forma de conduzir a atividade pecuária é ecologicamente insustentável e pode causar uma grande redução da biodiversidade desse ecossistema, em função da perda de populações de espécies sensíveis à introdução de pastagem.

Conseguiu perceber o problema? Nossos parlamentares também. A pecuária pantaneira foi desenvolvida de início mantendo a biodiversidade nativa. Recentemente, o regime de produção mudou e passou a ameaçar a existência das espécies nativas. Se a legislação fosse aplicada como a redação previa, nenhuma atividade econômica seria permitida e as espécies, recuperadas. Mas, a lei brasileira não pode retroagir e seria impossível retirar uma população humana, com uma cultura própria ligada ao uso da terra e respeito ao regime anual de inundação, de seu espaço. O custo social e econômico dessa decisão seria muito maior que o ambiental.

SOLUÇÕES TÉCNICAS Sem saber ao certo como ou o que decidir para o Pantanal, os congressistas escolheram exportar a responsabilidade para o corpo técnico dos órgãos de pesquisa e fiscalização, por meio do artigo 10º anteriormente mencionado. Assim, conforme a legislação atual dispõe, cabe aos pesquisadores e fiscais ambientais a decisão sobre as diretrizes para o manejo da paisagem pantaneira. Isso não foi um problema. Praticamente dois anos após a publicação do novo Código Florestal Brasileiro, em 14 de agosto de 2014, a Empresa Bra-



Figura 2. Vista parcial de uma área pantaneira, cuja cobertura original, do tipo cerrado, foi substituída por um cultivo de pastagem

sileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Pantanal emitiu uma nota técnica (www.cpap.embrapa.br) recomendando os critérios que deveriam ser observados durante o procedimento de substituição da vegetação nativa por cultivos de pastagens. Mas não sem polêmica, pois a abordagem apresentada nesse documento foi inovadora para o padrão de pensamento atual.

De um lado, estão os proprietários de terra, acostumados a observar suas propriedades como um quebra-cabeça de figuras geométricas que demarcam as invernadas, onde o gado é produzido. De outro, a Embrapa, propondo a mudança de paradigma de observação da propriedade, considerando-a um *continuum* de fitofisionomias que compõem a paisagem da fazenda, respeitando a relevância ecológica ponderada para cada unidade da paisagem. Ficou confuso? Essa abordagem considera inadequado eliminar ou reduzir substancialmente uma unidade de paisagem em detrimento de outras, visando à formação de pastagens cultivadas (figura 2). Dessa forma, nenhuma categoria de vegetação deverá ser reduzida drasticamente ou mesmo eliminada, favorecendo assim a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos; além de permitir um incremento na capacidade de suporte de bovinos nas fazendas do Pantanal. Enfim, uma solução criativa para o impasse da aplicação da legislação ambiental no Pantanal.

Os atores envolvidos com a adoção dessa solução técnica inovadora para a gestão da propriedade rural pantaneira estão percebendo e discutindo, ainda, as implicações relacionadas: uns, preocupados em garantir a existência, em longo prazo, de um ecossis-

tema brasileiro sem equivalente no mundo; outros, voltados para o impacto gerado em seus ganhos, certos de que podem gerar riqueza conservando a natureza.

Outras soluções para o uso sustentável da paisagem pantaneira estão sendo desenvolvidas dentro do Projeto Biomas/CNA/Embrapa (<http://www.projetobiomas.com.br/>). Vários experimentos estão sendo implantados para mostrar a viabilidade e a técnica de produção de madeira e de recursos florestais não madeireiros em propriedades rurais pantaneiras. Alguns estudos concentram-se na geração de informações para subsidiar a discussão da restauração ecológica de Reserva Legal, APP e Área de Produção Sustentável. Além disso, algumas pesquisas buscam estabelecer critérios para o desenvolvimento de uma nova instituição legal, a Área de Preservação Móvel (APM), identificando o tempo mínimo que os bovinos devem ficar fora de uma dada área para evitar a herbivoria (quando o animal ingere a planta viva, prejudicando a sobrevivência da mesma) e o pisoteio de plântulas (simulado com mudas transplantadas), permitindo no início o estabelecimento de novos recrutas de espécies de árvores de interesse comercial ou ecológico e, posteriormente, a regeneração da estrutura florestal.

Assim, graças à coragem do parlamento brasileiro em assumir a incerteza sobre como proceder com relação ao Pantanal, podemos dizer que o futuro é promissor para o desenvolvimento de soluções técnicas e instrumentos legais, tomando por base os resultados de pesquisas ecológicas, para o manejo sustentável da paisagem pantaneira. **BR**

A matemática da árvore genealógica

Casamentos entre parentes explicam número de ancestrais menor do que o esperado

MARCIO LUIS FERREIRA NASCIMENTO

Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica e Instituto de Humanidades, Artes e Ciências, Universidade Federal da Bahia

LUIZ BARCO

Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo

A árvore genealógica de uma pessoa deve ser formada, em geral, por dois pais, quatro avós, oito bisavós, e assim por diante. Seguindo esse raciocínio, qualquer um teria, no ano 1 d.C., 604 sextilhões de ancestrais. Mas esse número astronômico é muito superior ao da população da época. Esse contrassenso deve-se basicamente à ocorrência de casamentos entre parentes e evidencia a irmandade entre os seres humanos.

Temos mais em comum do que aparentamos. A matemática – assim como muitas religiões – afirma, com grande propriedade, que somos todos irmãos. Se não fôssemos todos parentes, cada habitante da Terra hoje teria um número astronômico de antepassados contabilizados até o ano 1 do calendário cristão.

Ao refletir sobre a árvore genealógica de cada indivíduo, podemos notar facilmente que qualquer pessoa foi gerada por outras duas: o pai e a mãe. Para gerar esse pai e essa mãe, foram necessárias mais quatro pessoas (quatro avós). Considerando uma duração aproximada de 25 anos para cada geração – já que, segundo o físico australiano John Pattison, a idade média em que as mulheres têm engravidado nos últimos séculos em várias civilizações é de 26 ± 2 anos –, verificamos que, do ano 1 d.C. até agora, já se passaram 80 gerações. Em contagem retroativa, cada pessoa deveria ter, em um século, dois pais, quatro avós, oito bisavós e 16 trisavós. No século anterior, seriam 32 tetravós, 64 pentavós, 128 hexavós e 256 heptavós; um verdadeiro crescimento exponencial. Isso nos leva à conclusão, improvável, de que a existência de uma única pessoa no início do século 21 exigiu o incrível número de 2^{79} (ou 604 sextilhões) de pessoas no ano 1. Apenas para

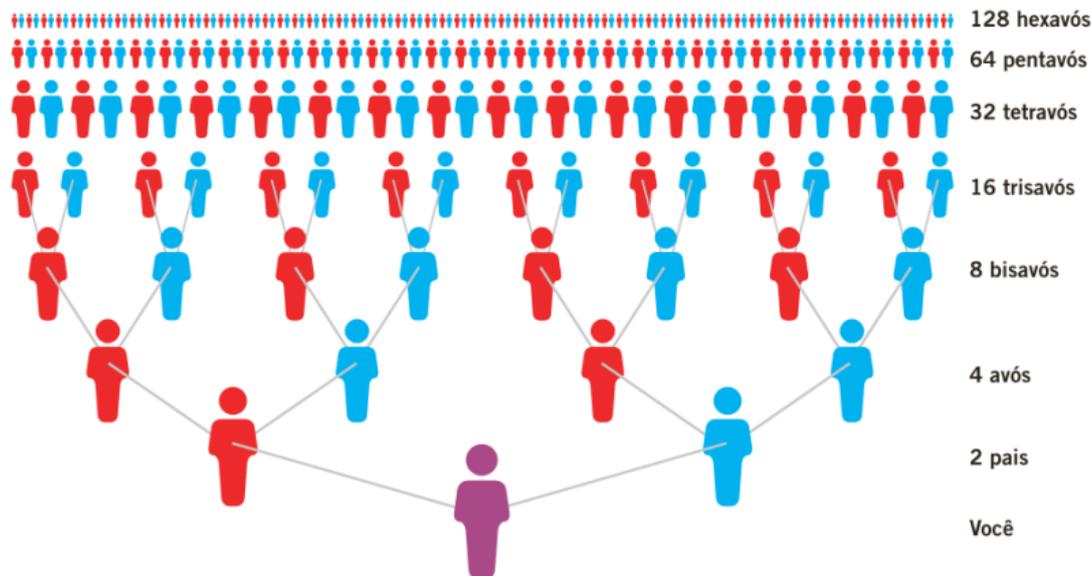
comparação, os astrônomos Pieter von Dokkum (holandês) e Charlie Conroy (norte-americano) estimam existirem por volta de 300 sextilhões de estrelas no universo. Embora o raciocínio matemático da árvore genealógica esteja correto, é evidente que tal resultado é impossível.

Trata-se de um aparente ‘paradoxo’ ou ‘colapso’ genealógico, já que o número de ancestrais em qualquer geração não pode ser superior à população da referida época.

Se as contas estão coerentes, o que estaria errado? Uma das razões para essa contradição seria a existência de casamentos entre parentes próximos, consanguíneos.

PRÁTICA RECORRENTE Embora seja uma situação difícil de admitir nos dias atuais por questões culturais – com algumas exceções –, é bastante plausível que casamentos entre parentes tenham acontecido em um passado não tão remoto assim. Provavelmente a prática tenha sido mais comum do que imaginamos, sobretudo se considerarmos cidades com pequenas populações, vilarejos e povoados há mais de 100 anos, com pessoas se deslocando por enormes distâncias e sem facilidade de comunicação. E o que poderíamos esperar de pequenas vilas e aldeias, com

Esquema da árvore genealógica de qualquer pessoa, evidenciando o rápido crescimento de antepassados em aproximadamente 175 anos, considerando que toda nova geração surja a cada 25 anos. Caso não houvesse casamentos consanguíneos, um número muito grande de ancestrais seria necessário para a existência de cada um de nós no presente



apenas dezenas ou centenas de moradores há cinco séculos, no início da colonização brasileira? Nesse contexto, os parentes mais próximos deviam ser considerados na formação de uma família, pois fortaleceriam laços, seriam de classes sociais semelhantes, teriam a mesma religião, cultura e tradições, pertenceriam ao mesmo grupo étnico e falariam a mesma língua, além de fazerem parte do mesmo círculo social.

Portanto, provavelmente temos em cada árvore genealógica alguns ramos ausentes por estarem sendo preenchidos pelas mesmas pessoas. Exemplo disso foi observado em algumas tribos da Amazônia, em que os índios se casavam com suas primas – tradição que foi cunhada como ‘teoria da aliança’ por grandes pesquisadores como o antropólogo francês Claude Lévi-Strauss (1908-2009).

Em geral, nossos ancestrais casavam-se com pessoas próximas da família, frequentemente sem conhecimento, mas em outras situações de forma intencional. Basta lembrar que casamentos reais entre parentes foram uma prática costumeira entre nobres famílias europeias, em particular a Dinastia dos Habsburgo. Casos clássicos também foram os casamentos do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), que era neto de dois primos e casou-se com sua prima em primeiro grau, Emma. O mesmo fez o físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) em seu segundo casa-

mento, com sua prima Elsa, ou ainda o poeta e dramaturgo norte-americano Edgar Allan Poe (1809-1849), com sua prima Virginia. Por sinal, um dos primeiros a tratar da questão do paradoxo genealógico foi o próprio filho de Darwin, o astrônomo e matemático inglês George Howard (1845-1912), em 1875. Ao chamar a atenção para o assunto, os geneticistas de populações passaram a perceber e estudar esse problema.

GRANDE FAMÍLIA Alguns especialistas, como o escritor norte-americano Richard Conniff, afirmam que casamentos entre parentes têm sido mais uma regra do que uma exceção na história humana – e concluem que até 80% de todos os casamentos da nossa civilização aconteceram entre primos de segundo grau ou parentes mais próximos. Com base em um interessante modelo estatístico, o físico francês Bernard Derrida e colaboradores chegaram a afirmar ainda que há uma tendência cada vez maior de parentes consanguíneos pertencerem aos ramos mais distantes da árvore genealógica de cada um de nós e que, em 100 mil anos de história – período para o qual estimaram a existência de 4 mil gerações –, cerca de 80% da população humana aparecem na árvore de qualquer indivíduo da atualidade.

As migrações, que têm modificado o povoamento de alguns países de tempos em tempos, como o Brasil, poderiam ser apontadas como um

fator relevante para essa questão e que aparentemente evitaria a consanguinidade, mantendo intactos grandes ramos da árvore genealógica e diversificando a carga genética nas famílias. No entanto, observando a história mundial, o número de imigrantes e emigrantes representa apenas uma pequena parcela da população de um país (caso da Grã-Bretanha, por exemplo) e, mesmo nos locais onde as levas migratórias não são desprezíveis, nada impede que a consanguinidade tenha se estabelecido em gerações anteriores às que migraram.

É um grande alento, portanto, perceber que os pouco mais de 7,3 bilhões de seres humanos que vivem hoje na Terra têm muito mais em comum do que se pensa. Mensagens como as de paz e igualdade entre os homens poderiam também ser apresentadas em termos matemáticos, seguindo esse raciocínio sobre a árvore genealógica de cada um. Esse argumento poderia ser aprendido desde a mais tenra idade nas escolas, associando, quem diria, matemática e fraternidade.

Somos de fato mais aparentados uns com os outros do que pensamos, apesar das visíveis diferenças de crença, ideologia, cor da pele, traços culturais, língua e perfil econômico. Nesse contexto, parece ingênuo o homem que procura se convencer de que, não sendo galho da mesma árvore, não é, também, árvore da mesma floresta. Somos realmente frutos de uma mesma árvore, a da vida. **GH**



ELA NÃO VOLTA MAIS

Que horas ela volta? é um retrato das mudanças sociais pelas quais o país passa, embora as transformações no espaço doméstico, onde se desenrola o filme, sejam ainda muito lentas

A CERTA ALTURA DO FILME *Que horas ela volta?*, Val (Regina Casé), a empregada que mora no serviço em São Paulo, ralha com sua filha Jéssica (Camila Márdila), recém-chegada do Nordeste, ao vê-la aceitar o sorvete que seria do filho dos patrões, e diz mais ou menos assim: “Eles só oferecem alguma coisa que é deles porque sabem que a gente não aceita”. Em outra cena, como se estivesse continuando a anterior, é Jéssica quem ralha com a mãe, afrontando: “Quem é que te ensinou essas regras? Elas estão escritas em algum livro?”. Ao que Val responde, com raiva: “Ninguém precisa ensinar; a gente já nasce sabendo as regras”.

Há muito o que dizer do filme de Anna Muylaert, que acaba de ser designado como o candidato do Brasil ao Oscar de 2016. Das mães que saem para trabalhar e daquelas que ficam em casa, criando os filhos dos outros, deixando seus próprios para trás. Do espanto meio incrédulo da patroa ao ouvir da filha da empregada que ela faria vestibular para a Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo (“Tá vendo, o país tá mudando mesmo”) ao desconforto igualmente incrédulo de Jéssica ao receber uma estapafúrdia proposta de casamento do patrão de sua mãe.

Tem razão a diretora quando argumenta tratar-se de um filme sobre afetos. É mesmo. A casa é o espaço do conforto e do afeto, e não seria diferente na casa de classe média alta do Morumbi, onde se passa a história. Só não creio que seja um afeto “de aluguel”, como ela o denomina. O afeto de Val por Fabinho, de quem continua sendo babá, é real. O afeto dos patrões por Val também o é, e vice-versa. É esse afeto que, mesmo permeado pela hierarquia e pela diferença, permite a convivência entre eles por tantos anos. E é esse mesmo afeto que, no filme, é reinventado por mãe e filha. Pena que Fabinho e sua mãe escolham o caminho contrário. Se, ao fim da história, Val e Jéssica se reencontram em uma nova casa, Fabinho, ao ser reprovado no vestibular, ganha dos pais uma temporada na Austrália, bem longe. “Que lonjura”; Val é a única que reclama.

Mas é de afeto e muito mais que trata o filme. Na impossibilidade de explorar tudo, fico com as regras silenciosas, que compartilhamos todos os dias na intimidade de nossos lares. Se houvesse apenas um resquício da escravidão no Brasil de hoje – infelizmente, há muitos – ele estaria ali, na cozinha, no banheiro, no quartinho de empregada. Nosso espaço doméstico recria a tragédia de 500 anos de história brasileira: a violência, o paternalismo, a hierarquia, o racismo, a dependência. A subserviência e a arrogância disfarçada de generosidade.

TRANSFORMAÇÕES Com tudo isso, é um alento assistir à atitude descarada de Jéssica abertamente desrespeitando as regras que ela finge desconhecer. Mas bom mesmo é acompanhar a lenta transformação de Val, tão bem representada pelas bandejas com as quais lida. No aniversário da patroa, Val lhe dá de presente uma bandeja com xícaras e pires brancos e pretos, para serem usados misturados – modernos. A patroa rejeita tanta modernidade e prefere ficar com a bandeja *quatrocentona* de sua avó. Pouco tempo depois, limpando com força, Val sem querer quebra a bandeja da família. Lá se foi a tradição, e não teve cola que desse jeito de consertar. Sobrou a bandeja moderna, barata, onde preto e branco se misturam, que Val, com toda a propriedade, tomou para si.

Entre a tradição e a modernidade, nem é de se espantar que o filme tenha o final que tem. Ao deixar para



Embora em transformação, as relações da empregada com sua filha, que quer estudar na universidade, e com sua patroa, que rejeita seu presente modesto, são um retrato do que ainda se passa no ambiente doméstico de milhões de brasileiros

trás a bandeja de prata que usava para servir café nas festas dos bacanas e ficar com a de plástico para ela, é Val quem opera a mudança fundamental do filme. Se era ela quem mandava dinheiro todo mês para permitir que Jéssica estudasse, é ela quem possibilita a libertação real da filha, e a impede de repetir a sua própria história. Ao deixar o emprego, Val libera Jéssica para criar o próprio filho. E também para estudar. E até para fazer as duas coisas ao mesmo tempo. No filme, Jéssica será a única mulher que terá esta chance. Mas, para isso, Val, a empregada à moda antiga, não volta mais. Disso, todas as empregadas domésticas já sabem, mesmo as que ainda trabalham à moda antiga. O serviço doméstico não está em extinção, mas a empregada que mora na casa dos patrões está. Resta saber se as classes média e alta já entenderam isso.

Que horas ela volta? é um filme otimista sobre as transformações recentes da sociedade brasileira. Mas estará o país mudando mesmo? Para as jéssicas que hoje nem precisam sair de suas cidades para ingressar nas universidades, certamente. Para suas mães, que viajam de avião e têm celular, também. Mas as revoluções no espaço doméstico, quando ocorrem, são lentas. Basta lembrar que o mesmo público que aplaude a Regina Casé vocifera contra a PEC das domésticas, proposta de emenda constitucional que confere novos direitos às empregadas domésticas no Brasil. São os mesmos que designam banheiros diferenciados para babás em clubes de luxo da Zona Sul do Rio de



FOTOS DIVULGAÇÃO



Janeiro e que não abrem mão de uma boa folguista nos finais de semana. E que, certamente, consideram suas empregadas domésticas quase como se fossem da família.

Pena que uma coisa que emenda constitucional nenhuma pode fazer sozinha é mudar uma sociedade onde a hierarquia é tamanha que impede patrões e empregados domésticos de sentarem-se juntos à mesa para partilhar um mísero sorvete. De novo, o problema é menos o trabalho doméstico em si – que existe em tantos países do mundo –, e mais o fosso social que ele representa. Para

transpô-lo, filmes emotivos como o *Que horas ela volta?* ajudam, e muito.

Para a classe média que reclama de suas empregadas e vai ao cinema, é uma oportunidade rara de exercitar a identificação com aquelas de quem são supostamente diferentes. Menos cordialidade e mais empatia, talvez seja disso que precisemos para deixar a sociedade das patroas e de suas empregadas para trás.

Keila Grinberg

*Departamento de História,
Universidade Federal
do Estado do Rio de Janeiro*

Sol, Lua e Terra: esconde-esconde

Eclipses são como uma brincadeira interminável entre estrela, planeta e satélite

É muito provável que o(a) leitor(a) já tenha brincado de esconde-esconde. Mas, se não foi o caso, o jogo é bem simples. Uma das pessoas fecha os olhos e fica contando até 10, enquanto as outras fogem e procuram se esconder. Normalmente, escondem-se atrás de algum objeto, como um poste ou uma árvore. Quando alguém é encontrado, corre-se até o 'pique', fazendo com que o denunciado perca o jogo. Este, como punição, toma o lugar daquele que o achou.

Na natureza, também acontecem algumas 'brincadeiras' de esconde-esconde. Em particular, um esconde-esconde muito comum são os eclipses. Um eclipse sempre acontece quando um corpo entra na sombra de outro. Os mais comuns são os eclipses solares – quando a Lua esconde o Sol – e os lunares – caso em que a Terra oculta o Sol. Mas ocorrem outros. Por exemplo, nas luas de Júpiter e de outros planetas gigantes do Sistema Solar.

Os eclipses lunares e solares decorrem dos movimentos da Lua ao redor da Terra e desta ao redor do Sol. Ao iluminar a Terra, o Sol faz com que uma sombra seja projetada no espaço. Se a Lua passar por essa sombra, teremos o eclipse lunar. Se, ao contrário, a sombra da Lua for projetada sobre a Terra, teremos o eclipse solar. No primeiro caso, o Sol será ocultado pela Terra; no segundo, pela Lua.

Os eclipses solares e lunares são eventos espetaculares que podemos ver no céu. Os eclipses tanto do Sol

quanto da Lua acontecem quando o par Terra-Lua fica perfeitamente alinhado com o Sol. Esse fenômeno não acontece todos os meses, porque a Lua, ao executar seu movimento ao redor da Terra, o faz com uma inclinação de aproximadamente 5,2 graus em relação ao plano da órbita da Terra ao redor do Sol.

Mas, em uma combinação ideal de movimentos, acontece o perfeito alinhamento entre os três corpos celestes (ver 'Saros: o ciclo celeste'). Os eclipses solares ocorrem sempre na lua nova – quando a Lua está no céu diurno –, e os eclipses lunares, na lua cheia. No primeiro caso, a Lua projeta sua sombra sobre a Terra; no segundo, ocorre o contrário (figura 1).

TOTAL, PARCIAL E ANULAR Como pode a Lua esconder o Sol completamente a ponto de provocar uma total escuridão no eclipse? Afinal, a Lua tem seu raio quase quatro vezes menor do que o da Terra e está a uma distância média de 384 mil km de nosso planeta, enquanto o Sol está 150 milhões de km de nós. Como é possível que, em algumas situações, ambos aparentem ter o mesmo tamanho no céu?

Se o disco solar estiver inteiro atrás da Lua, teremos um eclipse total. Caso contrário, será parcial. Se a Lua estiver próxima de seu apogeu (ponto de sua órbita mais distante da Terra), seu diâmetro aparente será menor, fazendo com que ocorra um eclipse anular (figura 2).

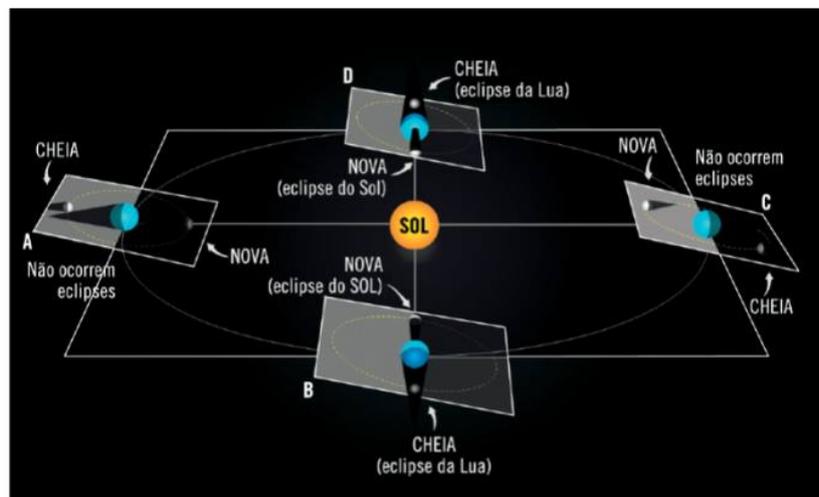


Figura 1. Os eclipses lunares e solares só ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua estão no mesmo plano, como mostrado nos itens B e D do esquema

O eclipse solar total começa quando o disco da Lua alcança a borda do disco solar, e, aproximadamente uma hora depois, o Sol fica completamente atrás da Lua. Pouco antes de o Sol ficar totalmente encoberto, as únicas partes visíveis dele são aquelas que brilham através de pequenos vales na borda irregular da Lua, fenômeno conhecido como 'anel de diamante'. Essa fase foi descrita no eclipse de 3 de maio de 1715 pelo famoso astrônomo inglês Edmond Halley (1656-1742) – o mesmo que previu a volta do cometa que leva seu nome.

Quando o Sol fica totalmente coberto, o céu fica escuro o suficiente para que as estrelas e os planetas, se estiverem no céu, sejam observados. E é possível também observar a 'coroa solar', ou seja, a atmosfera externa do Sol, composta por gases rarefeitos e que chega a se estender por milhões de km.

Foi em um desses eclipses, em 29 de maio de 1919, que foi testada uma das mais importantes teorias científicas da história. Astrônomos ingleses na ilha de Príncipe, na costa oeste da

SAROS: O CICLO CELESTE

O plano da órbita da Lua em torno da Terra é inclinado em relação àquele formado pela órbita da Terra em torno do Sol. A inclinação entre esses dois planos faz com que o Sol, a Terra e a Lua estejam no mesmo plano apenas uma vez a cada 346,62 dias, como mostram os itens 'B' e 'D' da figura 1.

Dezenove desses períodos – equivalentes a 6.585,78 dias, ou seja, 18 anos e 11 dias – estão próximos em duração a 223 meses sinódicos – cada mês sinódico (período entre duas luas novas consecutivas) vale aproximadamente 29 dias e meio.

Isso significa que a configuração Sol-Lua e os eclipses se repetem na mesma ordem depois de 223 meses sinódicos. Esse ciclo já era conhecido pelos antigos babilônios e, por razões históricas, é denominado saros (repetição, em grego).

África, e em Sobral, no Ceará, mediram o quanto a luz das estrelas, ao passar perto do Sol, ficou desviada em relação à sua posição original. Essa era uma previsão da teoria da relatividade geral, do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), proposta em 1915: a luz seria defletida ao passar por um campo gravitacional intenso (como é o caso do Sol). Naquele mesmo ano, os resultados confirmaram a previsão de Einstein (ver 'Placas foto-

gráficas do eclipse de Sobral', nesta edição).

Os eclipses lunares têm um processo muito semelhante ao que ocorre nos solares. Uma diferença fundamental é que, no eclipse solar, a sombra da Lua se projeta apenas em determinada região da Terra, com o fenômeno podendo ser visto por alguns minutos (no máximo, oito minutos), enquanto o eclipse lunar é observado por todo o hemisfério no qual a Lua está no céu, tendo duração de várias horas. Essa diferença de tempo está relacionada ao tamanho da sombra projetada. No caso do eclipse lunar, a sombra projetada pela Terra é muito maior que na situação do eclipse solar, como pode ser visto na figura 1.

Os eclipses são fenômenos corriqueiros que sempre acontecem ao longo do ano. Além de serem facilmente compreensíveis, são também muito belos de observar, mostrando que os movimentos de esconde-esconde celestes são como uma brincadeira interminável do trio Sol-Terra-Lua.

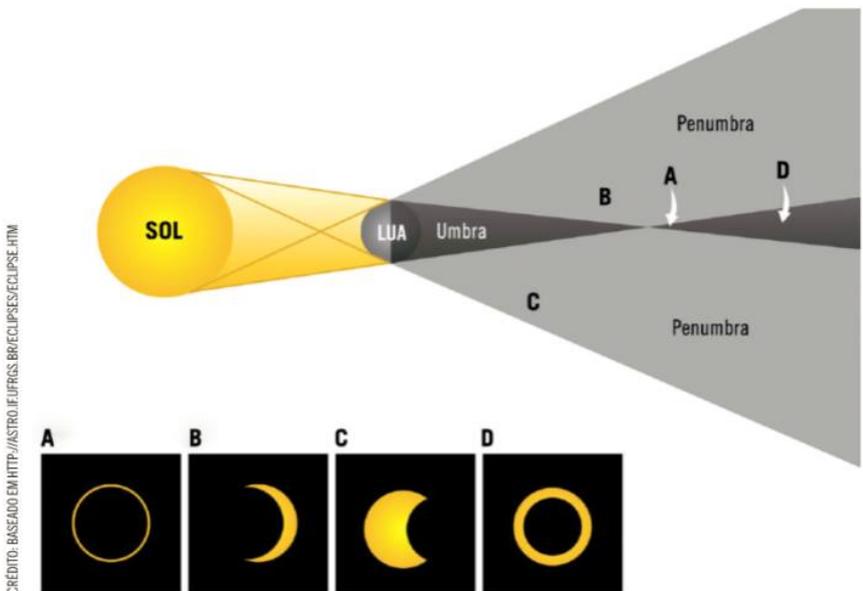


Figura 2. Posição da Terra (indicada, no alto, pelas letras A, B, C e D) em relação ao Sol e à Lua para que ocorra – como mostra o destaque – um eclipse solar total (A), parcial (B e C) e anular (D)

ADILSON DE OLIVEIRA

Departamento de Física,
Universidade Federal de São Carlos

CRÉDITO: BASEADO EM HTTP://ASTRO.FE.UFSC.BR/ECLIPSES/ECLIPSE.HTM

LEITURA OBRIGATÓRIA

Assim caminhou a humanidade

Walter Alves Neves, Miguel José Rangel Junior e Rui Sergio S. Murrieta (Org.)

São Paulo, Palas Athena, 318 p., R\$ 58

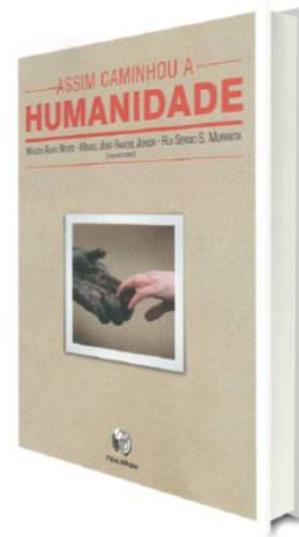
ESTA OBRA visa sanar uma deficiência na literatura de divulgação científica do país, a de um livro atualizado, em língua portuguesa, sobre evolução humana. O último foi publicado há 16 anos e é uma tradução de um autor norte-americano, que foi, inclusive, revista por Walter Neves (*Evolução humana*, de Roger Lewin, São Paulo, Atheneu, 1999).

Este novo livro surgiu a partir de um curso de pós-graduação, sendo os próprios alunos, auxiliados pelos seus docentes, os autores dos capítulos. Não há nele, no entanto, a heterogeneidade tão comum em obras multiautorais, pelo que seus organizadores estão de parabéns: o livro é enxuto e altamente didático.

O livro tem uma apresentação do jornalista Reinaldo José Lopes, uma introdução e sete capítulos. Walter Neves participou diretamente da elaboração de dois capítulos, enquanto Miguel Rangel Junior e Rui Murrieta contribuíram no preparo de um cada. Além disso, Rangel Junior foi responsável por 65 das 91 figuras. Essas ilustrações são mais um aspecto positivo da obra, sendo em boa parte reproduções da maior coleção de réplicas fósseis da América Latina, a coleção Thomas van der Laan. Além deles, 14 outros pesquisadores participaram na redação dos textos, que se originaram no Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da Universidade de São Paulo, núcleo de excelência e reconhecimento internacional por pesquisas de ponta na área.

Dois outras características positivas são: (a) a seção 'O que há de novo no front?', em que são abordadas novidades que podem levar a mudanças significativas no rumo desses estudos e (b) referências a 36 obras gerais sobre os assuntos abordados, 34 de autores estrangeiros, mas duas publicadas em português: 'Chimpanzés não amam! Em defesa do significado', de Eliane S. Rapchan e Walter A. Neves (*Revista de Antropologia* (USP), v. 48, 2005); e *Pegando fogo: como cozinhar nos tornou humanos*, de Richard Wrangham (São Paulo: Zahar, 2010).

Para compreender a caminhada do título do livro, é necessária uma longa incursão no tempo. É bom destacar que nossa espécie é especial apenas em determinados aspectos. A comparação taxonômica nos coloca dentro de uma ordem especial, os primatas, sendo os chimpanzés os nossos parentes mais próximos. Mas, como surgiram os primatas? Aparentemente, eles eram apenas um dos muitos grupos de pequenos mamíferos que passaram a explorar os vários nichos ecológicos abertos com a extinção dos dinossauros. O uso de ferramentas, que alcançou sua expressão mais alta no *Homo sapiens*, não é privilégio da espécie: elas são utilizadas por outros primatas e, surpreendentemente, estudos recentes indicam que os corvos são tão inteligentes quanto os primatas. Mais uma desilusão para quem imaginava uma diferença qualitativa entre humanos e não-humanos.



A radiação evolutiva (fenômeno pelo qual se formam, em curto período de tempo, várias espécies a partir de um mesmo ancestral) que deu origem aos primatas ocorreu há 10 milhões de anos, e existem pelo menos três hipóteses para explicar seu surgimento: (a) arborícola: a mudança da vida no solo para as árvores colocou em movimento pressões seletivas que culminaram no primata ancestral; (b) predação visual: a caça de pequenas presas necessitou de um aparelho visual especializado e boa coordenação motora; e (c) a aparição das angiospermas, plantas frutíferas importantes para a dieta desses organismos ancestrais. Possivelmente todos esses fatores agiram em conjunto para condicionar essa nova linhagem evolutiva.

Quando surgiu a capacidade de comportamento humano moderno? Calcula-se que ela já estaria pronta há 170 mil anos, e é por essa época que aparecem os neandertais, linhagem que só se extinguiu há 30 mil anos e que deve ter convivido com o homem anatomicamente moderno.

Cerca de 200 mil anos atrás surgiu o *Homo sapiens*, originado na África, de onde se espalhou por todo o mundo. Em termos de indústria lítica, costuma-se relacionar dois períodos: o Paleolítico e o Neolítico. No classificado como Paleolítico Superior, há 50 mil anos, houve uma transição fundamen-

tal: a vida e os objetos passaram a ter significados abstratos. Por outro lado, no Neolítico, iniciado há 12 mil anos, ocorreram revoluções importantes, que resultaram na domesticação de plantas e animais, enquanto a vida social tornava-se gradativamente mais complexa. Desenvolveram-se, então, articulações sociopolíticas e ecológicas, que condicionaram a origem de estados e impérios.

Isso nos conduz à época atual. Somos uma espécie extremamente dominadora, que tem modificado de maneira muitas vezes irreversível o ambiente. Mesmo sociedades com economias simples alteraram a paisagem da região, levando ao chamado

'imperialismo ecológico'. Espera-se que, com um desenvolvimento tecnológico ecologicamente mais consciente, alcancemos uma situação de equilíbrio com o ambiente e de eliminação (ou pelo menos diminuição) das desigualdades sociais que hoje afligem indivíduos e nações por toda parte.

A única falha deste livro é a ausência de um índice remissivo de assuntos e autores, que tornaria uma busca específica mais eficiente e rápida. Mas, pelo que foi mencionado antes, esta obra deve ser leitura obrigatória nos cursos universitários de graduação e

pós-graduação, bem como para o leigo inteligente, que procura se informar sobre a nossa fascinante história biológica e cultural. Vou adotá-lo na disciplina que ministro na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Francisco M. Salzano

*Departamento de Genética,
Instituto de Biociências,
Universidade Federal
do Rio Grande do Sul*

História da astronomia no Brasil

Oscar T. Matsuura

*Rio de Janeiro/Recife, MAST/
MCTI, Cepe Editora e Secretaria de
Ciência e Tecnologia de
Pernambuco, 1.297 p., disponível
em: <http://www.mast.br/HAB2013/>*

Resultado de quatro anos de trabalho, com 63 pesquisadores envolvidos, o livro eletrônico que apresenta a trajetória da astronomia no país em dois volumes está disponível para ser baixado gratuitamente. O livro oferece um panorama do passado, presente e futuro da área no país. A obra é referência para profissionais do setor e leigos apaixonados por astronomia.



A metrópole de São Paulo no século XXI

Eduardo Marques

*São Paulo, Editora Unesp,
458 p., R\$ 69*

Além de ser a cidade responsável, em 2010, por 20% do PIB brasileiro, São Paulo é uma das principais concentrações urbanas do mundo. Seu gigantismo e complexidade são o pano de fundo desta obra, que reúne o ponto de vista de diversos autores sobre as mudanças sociais e econômicas sofridas pela capital paulista. Tratando desde o mercado de trabalho até dinâmicas demográficas e produção dos espaços da metrópole, essa cidade global é retratada de maneira precisa e bem profunda, com uma visão atual.

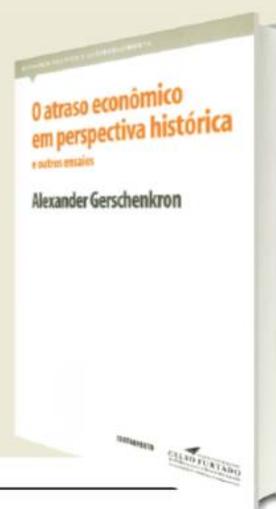


O atraso econômico em perspectiva histórica e outros ensaios

Alexander Gerschenkron

*Rio de Janeiro, Contraponto,
404 p., R\$ 80*

De quem é o problema dos países atrasados economicamente? Para Alexander Gerschenkron (1904-1978), esta é uma questão que pertence aos países não atrasados. Nascido na Rússia, Gerschenkron fez sua carreira de economista e historiador nos Estados Unidos, onde chegou em 1937. Defensor de um papel mais ativo do Estado para impulsionar a economia, Gerschenkron escreveu sobre a industrialização e seus desdobramentos – temas sobre os quais mais se dedicou em sua vida acadêmica. 'O atraso econômico em perspectiva histórica' é seu texto mais famoso e abre a coletânea com ensaios inéditos em português.

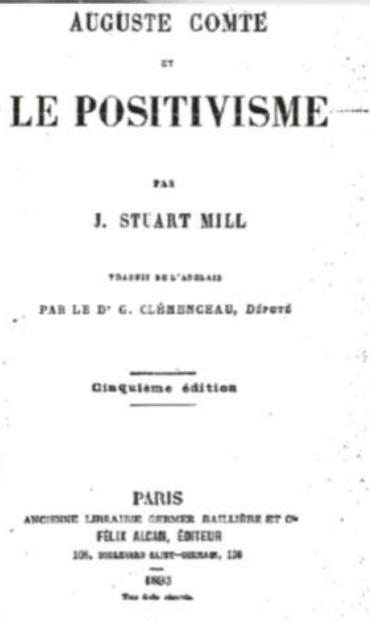


Mill sobre Comte

1865 PUBLICADA OBRA EM QUE DESTACADO FILÓSOFO BRITÂNICO ANALISA CRITICAMENTE O PENSAMENTO DE UM PAR E CONTEMPORÂNEO FRANCÊS. O livro marca os encontros e desencontros entre duas importantes correntes filosóficas modernas: o empirismo, para o qual a única fonte de conhecimento é a experiência, e o racionalismo, que, nesse sentido, atribui valor somente à razão.

ALBERTO OLIVA

Departamento de Filosofia,
Instituto de Filosofia e Ciências Sociais,
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Fac-símile de página inicial da edição francesa de *Auguste Comte e o positivismo*, de 1893, com tradução do inglês do médico e político francês Georges Clemenceau (1841-1929). No destaque, Stuart Mill

É POUCO COMUM um pensador de renome dedicar uma obra ao exame da filosofia de outro. O livro *Auguste Comte e o positivismo*, do britânico John Stuart Mill (1806-1873), publicado em 1865, serve de ocasião para, em comemoração aos seus 150 anos, acompanharmos um dos mais instigantes diálogos entre o empirismo britânico e o racionalismo francês.

Em sua *Autobiografia*, Mill afirma ter sido “um antigo e ardoroso admirador dos escritos de Comte antes de ter com ele estabelecido contato”. Em *Auguste Comte e o positivismo*, Mill se propõe a fazer “um exame crítico da filosofia de Comte” mesmo considerando-a “uma concepção, no essencial, apropriada da filosofia”.

O filósofo francês Auguste Comte (1798-1857), como destaca Mill, “não reivindica originalidade para sua concepção de conhecimento” por entender que qualquer um que “tenha dado alguma real contribuição à ciência” precisou ter adotado, ao menos implicitamente, o que define como positivismo.

Mill lembra que Comte considerou “Bacon, Descartes e Galileu os fundadores da Filosofia Positiva”, a qual ganhou realidade com o físico e matemático britânico Isaac Newton (1742-1727). Antes dos idealizadores e dos realizadores do positivismo, tudo que se tinha era o pseudoconhecimento metafísico. Nas palavras de Mill, a filosofia positiva representa a “adesão às tradições das grandes mentes científicas”.

PARA O FOG DOS FATOS, O HOLOFOTE DA TEORIA Entre os mais famosos filósofos franceses, Comte é o mais próximo da concepção empirista de conhecimento. Cabe, no entanto, ter presente que Comte coloca no pedestal da filosofia tanto o empirista britânico Francis Bacon (1561-1626) quanto o racionalista francês René Descartes (1596-1650), a despeito de adotarem pressupostos excludentes e teses conflitantes sobre as fontes do conhecimento e os modos de validá-lo.

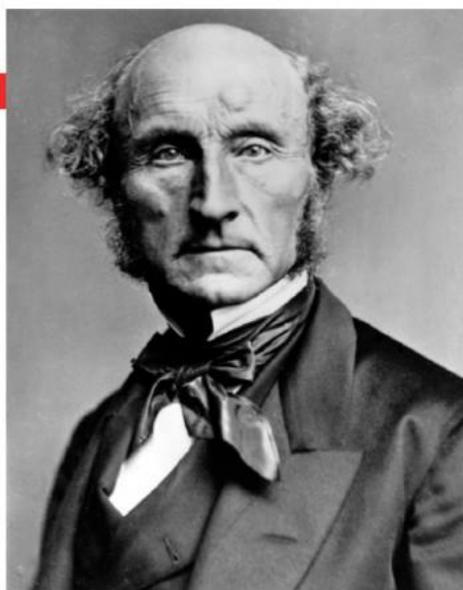
A importância crucial que Comte atribui a *empeiria* (experiência, em grego) costuma ser injustamente associada à defesa de uma espécie de factualismo para o qual os fatos falam por si mesmos. A verdade é que esse filósofo francês nunca defendeu uma atividade de pesquisa que, centrada no registro de fatos, dispensasse o holofote de teorias.

É fundamental ter presente que, a despeito da ênfase que dá ao plano empírico, Comte é o primeiro filósofo da ciência a apregoar reiteradamente a tese que se tornou lugar-comum no século passado, segundo a qual observações são feitas à luz de uma teoria. E não o faz em uma passagem marginal de sua obra. Trata-se de tese recorrente no prolixo *Curso de filosofia positiva* e no *Sistema de política positiva*.

No volume I do *Curso*, Comte proclama que “se, de um lado, toda teoria positiva deve necessariamente estribar-se em observações, por outro, é igualmente perceptível que, para entregar-se à observação, nosso espírito necessita de uma teoria qualquer”. Que o positivismo não merece ser qualificado de factualista – ou seja, de reduzir o conhecimento ao registro de fatos – fica claro quando Comte, no volume IV do *Curso*, advoga que “nenhuma verdadeira observação é possível sem que seja primitivamente dirigida e finalmente interpretada por uma teoria qualquer”. Trata-se de visão com a qual Mill está em franco desacordo.

Mesmo sem criticar Comte por esse tipo de posição, Mill, em *Sistema de lógica dedutiva e indutiva* (livro III, cap. 2), ataca o polímata e historiador da ciência inglês William Whewell (1794-1866) por esposar a visão – próxima da comtiana – de que “a concepção é algo que se acrescenta aos fatos”. Mill é de opinião que “para fornecer algum conhecimento referente aos fatos, a concepção deve ser de algo que realmente esteja nos fatos, alguma propriedade que os fatos realmente possuam e que mostrariam aos nossos sentidos caso fossem capazes de tomar conhecimento dela”. Não deixa de ser curioso constatar que não encontramos em Mill as críticas a Comte pelas mesmas razões que invoca contra Whewell.

Mesmo sendo praticamente o primeiro grande filósofo da ciência a destacar o papel dos fatos sem deixar de enfatizar que só podem ser apreendidos e concatenados por meio de teoria, Comte, raramente, foi reconhecido



Auguste Comte

por isso. O filósofo austríaco Karl Popper (1902-1994) associa positivismo e factualismo sem jamais dar a Comte o crédito de ter defendido a tese – como faz no volume III do *Sistema de política positiva* – de que “não podemos realizar observações sem uma teoria qualquer”.

Ao propalar que “toda observação se faz sempre à luz de uma teoria”, Popper nada de essencial acrescenta a Comte. Longe de qualquer factualismo tosco e estéril, Comte, no volume III do *Sistema*, destaca que “nossa inteligência institui um comércio no qual o exterior fornece apenas os materiais”.

A QUESTÃO ONTOLÓGICA: O INDIVÍDUO E O SOCIAL Em que pesem as várias convergências com o positivismo, Mill está em franca dissonância cognitiva com Comte no que tange à questão do que se deve considerar a unidade fundamental (o indivíduo, a família, a classe, as estruturas sociais) na construção das explicações dos fatos humanos e sociais.

Mesmo nutrindo simpatia pelo empirismo, Comte sempre esteve muito longe do individualismo (metodológico, político e social) prevalente na filosofia britânica. Sem invocar a existência – à maneira do sociólogo francês Émile Durkheim (1858-1917) – de uma ‘Sociedade’ possuidora de realidade autossustentada, Comte, no volume IV do *Curso*, rechaça o individualismo: “o espírito científico não admite que se considere a sociedade humana como sendo realmente composta de indivíduos”.

Para Comte, “a verdadeira unidade social consiste na família”. Trata-se de posição inconciliável com o “individualismo metodológico”, que advoga que os fenômenos sociais e políticos são explicáveis pelo comportamento dos indivíduos; que os fatos sociais são redutíveis a fatos sobre indivíduos.

Comte, no volume II do *Sistema*, apregoa que “a decomposição da humanidade em indivíduos constitui apenas uma análise anárquica, mais irracional que imoral, que tende a dissolver a existência social em vez de explicá-la, já que só se torna aplicável quando cessa a associação”.

>>>

Em contraposição, Mill defende no *Sistema de Lógica* (livro VI, cap. VII) que “as leis dos fenômenos da sociedade são, e podem ser, as leis das ações e das paixões dos seres humanos unidos no estado social”. O individualismo (metodológico) é assim expresso por Mill: “os homens em um estado de sociedade são ainda homens; suas ações e paixões obedecem às leis da natureza humana individual, de tal modo que os homens não se convertem, quando colocados juntos, em outro tipo de substância com diferentes propriedades.”

Mesmo não sendo um holista *à la* Durkheim – ou seja, aceitar uma sociedade dotada de realidade autossustentável –, Comte privilegia o social em detrimento do psicológico. Ao colocar a base de explicação dos fenômenos humanos e da vida associativa no plano psicológico, Mill muito se distancia de Comte. As diferentes formas com que eles encaram a relação entre indivíduos e processos/estruturas sociais evidenciam que entre Mill e Comte são profundas as divergências sobre a natureza e o papel dos seres humanos.

Ao erigir a sociologia (e não a psicologia) em ciência social fundamental, ao defender que os comportamentos dos indivíduos são explicáveis por meio de fatores e causas sociais, Comte deixa claro que a aceitação das premissas básicas do empirismo não o leva a endossar o individualismo (metodológico, político e social).

Por mais que reconheça a existência de realidades emergentes – isto é, que inexistiriam fora de processos de interação social –, Mill entende que a sociedade, em última análise, pode ser explicada colocando-se em primeiro plano os princípios universais da psicologia humana que operam em todas as épocas e lugares.

SABER, PREVER, PODER Os tópicos aqui abordados evidenciam que a influência de Comte sobre Mill é limitada. Além das divergências apontadas, há o fato de Mill rejeitar a maioria das propostas políticas de Comte. Em *Sistema de lógica* (livro VI, cap. XI), Mill deixa claro que sua admiração por Comte está vinculada em essência à maneira com que concebe evolutivamente a história: “a inundação de luz que nos propicia sobre todo o curso da história”.

Contudo, a originalidade que Mill atribui a Comte – fruto da capacidade de reconstruir de modo elucidativo o passado – faz-se acompanhar da crítica que sustenta que “as previsões e recomendações de Comte sobre o futuro da sociedade se mostram claramente portadoras de um valor inferior às suas apreciações do passado”.

Levando em conta o *dictum* comtiano “Saber para prever; prever para poder”, fica claro que a crítica de Mill possui grande relevância, uma vez que prever é condição *sine qua non* para se alterar – sempre que possível e desejável – o curso dos fenômenos. **CH**

TERRA EM TRANSE

Crônicas de um planeta em risco

...

Analítico e provocador, oferece aos leitores um olhar crítico sobre temas ambientais urgentes e desperta um espírito questionador acerca dos assuntos que dizem respeito à sustentabilidade em nosso planeta.

PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR.

0800 727 8999

www.cienciahoje.org.br



TRANSPORTE DE OXIGÊNIO

Apesar de uma abordagem voltada ao ensino médio ('O sangue e o transporte de gases', CH 329), o transporte de oxigênio no sangue não se dá apenas por dissolução e trocas, tendo a hemoglobina (Hb) papel fundamental, como mencionado no início da abordagem, mas é regulado pelo pH, omitido no texto. A Hb tem menos afinidade com oxigênio a pH menores, o que não acontece com a mioglobina, que será um dos receptores do oxigênio na célula (de um músculo, por exemplo). Além das diferenças de pressão parcial, há diferenças de pH entre os órgãos (pulmões e músculos), o que determina a afinidade diferenciada da Hb pelo oxigênio, e, portanto, o transporte do gás.

Adilson Roberto Gonçalves
Campinas/SP

CH Quem responde é o autor do texto, Maurício Luz: o leitor está correto. O transporte de gases é um processo bastante complexo do qual participam muitos fatores. Essa complexidade, inclusive o papel central da hemoglobina, foi abordada no artigo 'Em busca de um substituto para o sangue', na mesma edição. Nossa intenção na seção 'Fora do quadro' foi apenas destacar um ponto muito específico, relativo à difusão e ao modo como ela é tratada na educação básica.

FEIJOADA SALGADA I

Excelente dica! (CH 328). Demora um pouco, mas vi mais eficácia do que usar batata ou acrescentar água, que acabam por manter o teor de sal.

Eduile Viana
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

FEIJOADA SALGADA II

Pelo que entendi, a fórmula também é boa para separar o excesso de gordura (inerente à feijoada) e tornar o prato mais saudável. Para quem tem colesterol alto, maravilha!

Claudinei Silva
Comentário na CH On-line

QUINTA BASE

Sou estudante do curso de biomedicina da Universidade Estadual de Santa Cruz (BA). Folheando algumas revistas na biblioteca de minha universidade, me deparei com a matéria 'A quinta base' (CH 328), a qual contém algumas informações a respeito de sua pesquisa na UFRJ, e fiquei simplesmente impressionado com a possibilidade de existência de uma quinta base nitrogenada estável. Gostaria de lhe parabenizar pela excelente pesquisa e por estar contribuindo de forma tão ativa para a ciência brasileira. Ficarei extremamente grato se houver a possibilidade de o senhor me apresentar mais informações sobre sua pesquisa.

Carlos Eduardo Igídio
Ilhéus/Bahia

CH O autor da coluna 'A propósito', Franklin Rujmanek, responde: Muito obrigado pela mensagem e por seu interesse em meu texto. Na verdade, esse trabalho experimental envolvendo a quinta base não é de minha autoria. Para escrever minha coluna, procuro na literatura científica temas atuais que, ao mesmo tempo, sejam interessantes e relevantes e que se prestem a algum comentário pessoal. No texto, eu menciono a origem do trabalho sobre a quinta base. Em meu laboratório de pesquisa básica na UFRJ, trabalhamos com um tema bem diferente daquele que foi descrito na coluna, mas que acho igualmente instigante. Pesquisamos a bioquímica das células tumorais, buscando quais fatores contribuem para a transformação de uma célula normal em tumoral e de tumoral em metastática. Embora ainda não tenha

escrito sobre isso, um dia o farei, dependendo do caminhar de nosso projeto.

DIETA EM QUESTÃO

Com uma dieta extremamente regulada, até comendo rosquinha você emagrece ('Emagrecer: gordura ou carboidrato?', CH 329). A questão esquecida é 'quão difícil vai ser manter essa restrição calórica', ou seja, 'qual a aderência da dieta?'

João Paulo SK
Comentário na CH On-line

MENOPAUSA

Excelente artigo, porém senti falta de falarem da progesterona (CH 328).

L.W.S
Comentário na CH On-line

TERREMOTO

O filme é ruim do primeiro minuto ao fim ('Equívocos em profusão', CH 328). A física, em geral, é totalmente ignorada, sem falar do bom senso, como quando o piloto arrisca a vida de cinco tripulantes para salvar uma única pessoa dentro de uma fenda – o piloto do helicóptero entra do lado da fenda, desliga a aeronave e faz ela planar. O ar deslocado por um prédio caindo derrubaria um helicóptero ou avião a dezenas de metros, mas nada parece acontecer a poucos centímetros. Enfim, é quase um filme de comédia.

Rubens Alves
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

BIOLUMINESCÊNCIA I

Texto interessante (CH 330).

Cleide Bedran
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

BIOLUMINESCÊNCIA II

Deslumbrante!!

Vicky Cristina Veronezzi
Comentário no Facebook/Ciência Hoje

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



FOTO CICERO RODRIGUES

DESAFIO

É possível colocar cavalos da mesma cor em uma diagonal?

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| | X | | X | |
| X | | | | X |
| | | | | |
| X | | | | X |
| | X | | X | |

Muitos problemas e ideias matemáticas se passam em tabuleiros. Não é surpresa, aliás, que alguns jogos tenham uma natureza matemática intrínseca, como damas ou xadrez. E, entre as peças de xadrez, o cavalo é a que se move de maneira mais curiosa. Lembremos como é o seu movimento.

Os movimentos do cavalo se dão em 'L', ou seja, ele pode se deslocar: i) duas casas horizontalmente e, depois, uma verticalmente; ii) ou duas casas verticalmente e depois uma horizontalmente. A figura ao lado mostra, em um tabuleiro em tamanho reduzido, as posições (X) que o cavalo poderia ocupar após uma jogada – aliás, vale lembrar que o cavalo pode passar por cima das outras peças.

O jogo de xadrez se passa em um tabuleiro de oito casas por oito casas (8 x 8), mas, para nossos propósitos aqui, vamos considerar um tabuleiro mais simples (3 x 3) e, nele, dispor quatro cavalos, como na figura a seguir.

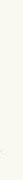
Em 1512, o italiano Paolo Guarini de Forli (1464-1520) propôs o seguinte problema: é possível passar os cavalos brancos para os cantos de baixo e os cavalos pretos para os de cima? E qual o menor número de movimentos para fazer isso?

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

Mesmo em nosso tabuleiro reduzido, a tarefa fica complexa rapidamente...

Aqui entra em cena uma velha estratégia da matemática para solucionar problemas: transformar um problema em outro equivalente, no qual a cenário fica mais simples. Em nosso caso, começamos numerando as casas do tabuleiro:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 |



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



Agora, podemos identificar cada movimento do cavalo. Por exemplo, um cavalo que está na casa '1' só pode ir para as casas '6' e '8'. Dessa forma, nosso problema no minitabuleiro 3 x 3 se torna um problema em um grafo, estrutura formada por pontos (vértices) e linhas (arestas).

Nessa nova versão do problema, tudo fica muito mais simples. Cada movimento no tabuleiro corresponde a um movimento no grafo e vice-versa.



Assim, é possível trocar a posição dos cavalos pretos com as dos brancos, fazendo simplesmente uma 'rotação': todos os cavalos andam uma casa – pode ser no sentido horário ou anti-horário. Por exemplo, 1 → 8; 3 → 4; 9 → 2; 7 → 6.

Repetindo essa jogada quatro vezes, acabamos com cavalos brancos em 7 e 9, e os pretos em 1 e 3. Assim, trocamos as posições dos cavalos pretos com as dos brancos.

Para efetuar a troca, tivemos que realizar 16 movimentos. Também podemos ver que esse é o número mínimo de jogadas, pois os cavalos sempre se moveram em direção à sua casa final, sem 'desperdício' de movimentos.

Além da agradável surpresa em resolver nosso problema, esse exemplo ilustra uma área interessante da matemática, a teoria de grafos. Muitos problemas podem ser reinterpretados como problemas em grafos. E, feito isso, a solução virá... como um xeque-mate!

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO Como inicialmente o patinho azul está em uma 'cadeira preta', após cinco transposições, ele estará em uma cadeira branca. Então, Merlin deve pedir que Vivi remova o patinho à direita dela – o patinho removido estará em uma cadeira preta. Depois disso, a 'mágica' segue o mesmo roteiro.

**O Programa Mais Médicos
é muito mais que médicos.
Você que sonha em ser médico,
esse é o caminho cheio
de oportunidades.**



- Mais 11.400 vagas para medicina até 2017.
- 5.200 vagas já autorizadas e um novo currículo de medicina.
- Expansão de vagas de residência médica em andamento. E, a partir de 2019, cada médico formado terá garantida a sua vaga de residência.

Acesse maismedicos.gov.br e informe-se sobre os novos cursos de medicina, vagas de graduação e residência médica.

O Brasil do Mais Médicos é o Brasil que cuida, educa e avança.

**MAIS
MÉDICOS**
PARA
O BRASIL



**MAIS
SAÚDE**
PARA
VOCÊ



Uma Pátria Educadora se faz com mais acesso à educação.

Ministério da
Saúde

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Doe uma publicação
do Instituto Ciência Hoje
para uma escola e ajude
a construir um futuro
com mais conhecimento



Seja um Amigo da Ciência

As escolas brasileiras precisam mais do que investimento público: é fundamental que a sociedade civil se dedique à formação de cidadãos mais conscientes e plenos, aptos a atuar nas mais diferentes áreas.

Por isso, estamos pedindo ajuda a nossos leitores de todo o Brasil: doe uma publicação do ICH para uma escola da sua preferência e ajude a levar mais ciência para a vida de crianças e jovens.

São várias categorias de doação, que incluem assinaturas das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, a coleção *Ciência Hoje na Escola* e outros livros publicados pelo ICH.



PARA PARTICIPAR LIGUE 0800 727 8999 OU

ESCREVA PARA CIENTISTA.ESCOLA@CIENCIAHOJE.ORG.BR

ESSA CHUVA PODERIA
REABASTECER
O SUDESTE,
RECUPERAR
O SERTÃO E MATAR A
SEDE
DE MUITA GENTE.
PENA QUE
CAIU NO MAR.

O planeta ainda tem muita água, mas menos de 1% dela está disponível para o nosso consumo. Por isso, não adianta só esperar pela chuva. Faça sua parte. Evite o desperdício.