ciência hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

246

CIÊNCIA HOJE

SBPC

VOL. 41
MARÇO
2008
R$ 8,90

A DIETA DOS MAMÍFEROS
Análise de dentes revela hábitos de animais extintos

INVASÃO NOS MARES Plásticos ameaçam vida nos oceanos

FÍSICA Brasileiros contribuem para entender fenômeno da superfluidez

50 anos de bossa nova

Muito mais que um estilo musical

Capa: foto John William Banagan/ Getty Images

40 Invasão de plásticos nos oceanos

Grânulos plásticos estão entre os poluentes do ambiente marinho. Liberados na natureza quando há perdas nos processos de produção, transporte ou uso, essas esferas de cores variadas atingem os oceanos, depositam-se nas praias e causam impactos estéticos, econômicos e ambientais.

Por **Alexander Turra**, **Auro Maluf** e **Aruanã Bittencourt Manzano**

O LEITOR PERGUNTA

8 Como acontece o fenômeno dos raios-bola?

8 Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo?

9 O que são doenças auto-imunes?

9 Por que as árvores do cerrado são retorcidas?

ENTREVISTA

10 Andrew Whiteley
Amigas invisíveis
Especialista britânico fala sobre a importância das bactérias

MUNDO DE CIÊNCIA

14 Rumo ao ser vivo sintético?
Genoma de bactéria é sintetizado pela primeira vez em laboratório

A PROPÓSITO

21 O fim do macho?
Espermatozóide criado a partir de célula-tronco feminina cria polêmica

EM DIA

46 Neonazismo em rede
Estudo revela aumento significativo de temática racista na internet

48 Passagem animal
Corredor leva onças da caatinga a encontrar outros grupos da espécie

50 Aos quatro ventos
Nova turbina deve ampliar produção de energia eólica no país

52 Vespas contra baratas
UFRJ estuda controle biológico do popular inseto

54 O preço da marca
Custos e benefícios da negociação de anti-retrovirais

56 A epilepsia segundo a genética
Cientistas buscam identificar genes responsáveis pela doença

58 Um elo na evolução dos crocodilos
Descobertos em São Paulo fósseis de 80 milhões de anos

59 Por um biodiesel mais puro
Espectrômetro de massa avalia qualidade do combustível

OPINIÃO

60 Biodiversidade: um bem a ser valorizado
É preciso investimento em pesquisa científica e inovação tecnológica

ENSAIO

63 Fechando o cerco
Polícia técnica tem novas 'armas' para investigar crimes

PRIMEIRA LINHA

66 Testemunhos vivos da evolução
Invertebrados com 570 milhões de anos ainda são pouco conhecidos

69 Um paraíso de 'exóticos'
Controle de espécies exóticas é desafio em ilhas brasileiras

RESENHA

72 Residir para preservar
Resenha do livro *A reabilitação da residência nos centros históricos da América Latina: Cusco (Peru) e Ouro Preto (Brasil)*, de Rosío Fernández Baça Salcedo

MEMÓRIA

74 Jóia extraída da argila
Há 150 anos era descoberto o primeiro dinossauro quase completo

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

78 Passeio em família
A melhor estratégia para se atravessar uma ponte

ÍNDICE DE VOLUME

79 Índice do volume 41

ciência hoje

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE • Organização Social de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 5o A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515

DIRETORIA
Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPERJ)
Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)
Superintendente Executiva • Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira • Lindalva Gurfield
Superintendente de Projetos Estratégicos • Fernando Szklo

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 (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suely Druck (IMPA) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO
Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Mariana Ferraz e Rachel Rimas; **Colaboraram neste número** • Andressa Spata, Ellen Nemitz e Igor Waltz; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho
ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@amperdesign.com.br)
SUCURSAIS
SUL • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura • Gerente** • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)
REPRESENTAÇÕES
SALVADOR • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA. CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 226-1824/ 9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824
PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.
DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE • Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 • Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional**: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3259-2766 e Fax: (0xx11) 3106-1002.

Ciência Hoje e CNPq/MCT são parceiros no fortalecimento da iniciação científica e na popularização da ciência

Apoio MCT CNPq FINEP

ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
0800 727 8999

No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999
CH On-Line: www.ciencia.org.br
chonline@cienciahoje.org.br

PARA ANUNCIAR
TELFAX.: (0xx11) 3539-2000
cienciasp@cienciahoje.org.br

22 Os 50 anos da bossa nova – Uma estética despojada

Há 50 anos surgia no Rio de Janeiro um estilo musical intimista e inovador, criado por pessoas que pretendiam modernizar o samba, espelhando-se no cenário político da época. Nascia então a bossa nova, que obteve sucesso internacional e continua inspirando grupos musicais da atualidade.
Por **Santuza Cambraia Naves**

28 O dente adequado para cada um

Em muitos dos animais já extintos, só se conservam seus dentes, por serem muito resistentes. O estudo da dentição de vários mamíferos que viveram na América do Sul mostra como esse grupo de animais era diversificado, revelando aspectos surpreendentes dessa fauna.
Por **Cástor Cartelle**

34 Um novo estado da matéria – A superfluidez com pares separados

Dois físicos brasileiros deram uma contribuição relevante para o entendimento do que pode ser considerado um novo estado da matéria. A chamada superfluidez com pares quebrados, como foi batizado o fenômeno, pode ter aplicações tecnológicas importantes.
Por **Heron Caldas**

Como acontece o fenômeno dos raios-bola?

VILANY SANTANA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os raios-bola são fenômenos atmosféricos raros e geralmente associados com relâmpagos. De acordo com descrições feitas ao longo de mais de dois séculos, são esferas luminosas que flutuam no ar, saltam e rolam na terra. Sua duração varia de alguns segundos a centenas de segundos, desaparecendo explosiva ou silenciosamente.

As explicações para a formação e as propriedades dessas bolas luminosas foram buscadas ativamente por vários pesquisadores durante muitos anos. Uma teoria recente, proposta pelos químicos neozelandeses John Abrahamson e James Diniss, da Universidade de Canterbury (Nova Zelândia), considera que eles se devem à oxidação de aglomerados de nanopartículas de silício, gerados pelo calor intenso quando o relâmpago atinge o solo.

Nossa equipe na Universidade de Pernambuco, utilizando arcos elétricos, conseguiu vaporizar pequenas pastilhas de silício puro e, pela primeira vez, foram produzidas em laboratório bolas luminosas com características semelhantes às observadas no fenômeno natural.

Antonio Carlos Pavão
Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco

Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo?

ALEXANDRE MEDEIROS, POR CORREIO ELETRÔNICO

A glicose é um monossacarídeo e uma das moléculas mais simples que formam a família dos carboidratos. Esta família é bem extensa e complexa, já que pode variar em diversos aspectos estruturais. Os monossacarídeos são fortemente unidos entre si através de ligações glicosídicas e, desta maneira, formam dissacarídeos (dois monossacarídeos), oligossacarídeos (menos de 20 monossacarídeos) e polissacarídeos (mais de 20 monossacarídeos). Para que possam ser absorvidos pelo nosso corpo – em condições normais e sem doenças –, eles devem ter suas ligações glicosídicas desfeitas (hidrolisadas), pois as células têm dificuldade em absorver moléculas grandes. Essa é uma das funções da digestão: diminuir o tamanho das moléculas para que possam ser absorvidas. A digestão de polissacarídeos em vários monossacarídeos é feita por enzimas chamadas glicosidases e pelo pH ácido presente no estômago, os quais são capazes de 'quebrar' as ligações glicosídicas. A ação dessas enzimas inicia-se na boca e prossegue no intestino, onde os monossacarídeos obtidos são absorvidos.

O tempo para que um carboidrato se torne uma glicose pode ser meramente o tempo necessário para que ocorra a hidrólise da ligação glicosídica, o que significa apenas alguns segundos, bastando que haja um carboidrato constituído de glicose. Já o tempo necessário para que a glicose chegue até a corrente sangüínea é maior: entre 30 minutos e uma hora. Esse tempo pode ser alterado se o carboidrato for ingerido com outras substâncias (como gordura, proteínas e líquidos). A sua quantidade no sangue começa a diminuir após aproximadamente duas horas a duas horas e meia. Entretanto, uma dieta normalmente contém amido (polissacarídeo formado somente de glicose e presente no macarrão e no arroz), sacarose (formado por glicose + frutose, presente na cana-de-açúcar) e lactose (glicose + galactose, presente no leite), o que necessariamente fornece ao corpo outros monossacarídeos além da glicose. Estes devem ser convertidos inicialmente à glicose e, para que isso ocorra, as células têm uma maquinaria enzimática que retira os demais monossacarídeos da corrente sangüínea e os converte em glicose em aproximadamente uma a duas horas.

Vitor H. Pomin
Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
e **Leonardo Cinelli**
Laboratório de Tecido Conjuntivo, Instituto de Bioquímica Médica e Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

O que são doenças auto-imunes?

IFIGÊNIA GREZZANA, POR CORREIO ELETRÔNICO

A auto-imunidade é uma forma patológica de um mecanismo natural do organismo, a resposta imune, cuja função é reparar tecidos lesionados, como o miocárdio após um infarto, e combater infecções por bactérias e vírus por meio de células e anticorpos. Existem diversos fatores passíveis de desencadear as doenças auto-imunes. Os mais comuns são desequilíbrios hormonais, infecções e até uma predisposição genética, que, nesse caso, pode acelerar ou agravar a sua evolução.

Entre os tipos mais freqüentes de doenças auto-imunes estão a tireoidite de Hashimoto, que afeta um único órgão, e o lúpus eritematoso sistêmico, que atinge múltiplas partes do organismo. A medicina atual não oferece cura para essas enfermidades, mas existem tratamentos que dão aos seus portadores uma melhor qualidade de vida, como a reposição hormonal e o controle das inflamações por meio de medicação adequada.

Joseli Lannes
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz

Por que as árvores do cerrado são retorcidas?

ÉLQUER RODRIGUES ALMEIDA DA SILVEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

A vegetação do cerrado é influenciada pelas características do solo e do clima, bem como pela freqüência de incêndios. O excesso de alumínio provoca uma alta acidez no solo, o que diminui a disponibilidade de nutrientes e o torna tóxico para plantas não adaptadas. A hipótese do escleromorfismo oligotrófico defende que a elevada toxicidade do solo e a baixa fertilidade das plantas levariam ao nanismo e à tortuosidade da vegetação. Além disso, a variação do clima nas diferentes estações (sazonalidade) tem efeito sobre a quantidade de nutrientes e o nível tóxico do solo. Com baixa umidade, a toxicidade se eleva e a disponibilidade de nutrientes diminui, influenciando o crescimento das plantas.

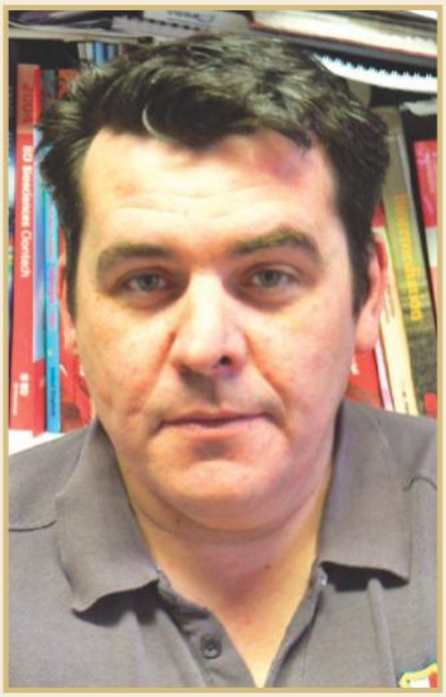
Já outra hipótese propõe que o formato tortuoso das árvores do cerrado se deve à ocorrência de incêndios. Após a passagem do fogo, as folhas e gemas (aglomerados de células que dão origem a novos galhos) sofrem necrose e morrem. As gemas que ficam nas extremidades dos galhos são substituídas por gemas internas, que nascem em outros locais, quebrando a linearidade do crescimento. Quando a freqüência de incêndios é muito elevada, a parte aérea (galhos e folhas) do vegetal pode não se desenvolver e ele se torna uma planta anã. Pode-se dizer, então, que a combinação da sazonalidade, deficiência nutricional dos solos e ocorrência de incêndios determina as características da vegetação do cerrado.

André Stella e **Isabel Figueiredo**
Programa de Pequenos Projetos Ecossociais, Instituto Sociedade, População e Natureza

FOTO MÁRCIO LOURENÇO/PULSAR IMAGENS

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

AMIGAS INVISÍVEIS



Andrew Whiteley

As pessoas, em geral, querem distância dos micróbios. Andrew Whiteley busca proximidade. Tudo em nome de sua especialidade: bactérias de solo. Esse tipo de microrganismo está em toda parte. De ambientes inóspitos para o ser humano àqueles quilômetros abaixo do fundo do mar. E em quantidades impressionantes. Exemplo: aquele restinho de lama encravada na sola dos calçados, depois de um passeio pelo parque, pode conter 10, 100 bilhões ou mesmo trilhões delas, caso a crosta seja volumosa. Se esses microrganismos sumissem do planeta, a vida desapareceria.

Considerado um dos maiores especialistas em bactérias da atualidade, Whiteley é ecólogo molecular, com doutorado em biologia marinha. É chefe da Seção de Ecologia Microbiana Molecular, do Centro para a Ecologia e a Hidrologia (CEH), que tem várias unidades no Reino Unido e é classificado como centro de excelência para assuntos de solo, biodiversidade e água doce.

Atualmente, Whiteley e equipe estão engajados no primeiro 'censo' realizado em um país sobre a diversidade e a distribuição geográfica de micróbios de solo. A idéia é saber se as mudanças climáticas estão afetando as comunidades bacterianas e as plantas associadas a elas. Estão? "Repitam essa pergunta daqui a 10 anos, e poderei dar-lhes uma resposta melhor!", diz.

Ano passado, em uma visita da reportagem da *CH* ao CEH, Whiteley fez questão de comentar que havia assistido, no Brasil, a um jogo do Flamengo no Maracanã. Um de seus planos é, em breve, fazer uma oficina de transferência de tecnologia entre o Brasil e o Reino Unido. Seu *hobby* é mergulho submarino, mas sua página pessoal na internet informa que "achar águas suficientemente profundas nas proximidades de Oxford [Inglaterra] é um pouco problemático".

Cássio Leite Vieira e **Fred Furtado**
Ciência Hoje/RJ

* *Colaborou* **Andrew Macrae**, *Instituto de Microbiologia Professor Paulo Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Quantas bactérias existem em 1 cm³ de solo?
As estimativas atuais, obtidas a partir de contagens diretas, apontam para cerca de 10 bilhões de bactérias ou células bacterianas.

Quantas espécies de bactéria de solo existem? Quantas já foram descritas?
Isso é muito difícil de verificar diretamente, devido ao provável vasto número de espécies existentes. As estimativas atuais são baseadas ou no seqüenciamento de material genético extraído de pequenas quantidades de solo (cerca de 1 grama), que são então extrapoladas matematicamente, ou na análise teórica das distribuições das espécies por área, a partir também de pequenas amostras.

Atualmente, estima-se que o número de espécies no mundo esteja em torno de dezenas de milhões, mas não há qualquer evidência empírica que confirme isso. Compare essa estimativa com as cerca de 750 mil espécies conhecidas de insetos, tidos como a forma mais 'diversa' de vida na Terra, e veremos como os números relativos às bactérias são impressionantes.

As espécies de bactérias descritas de modo válido chegam a centenas de milhares, se incluídas coleções de cultura e bancos de dados de rRNA [ácido ribonucléico ribossômico], o método genético mais comumente usado para a identificação.

Até que profundidades podem-se encontrar bactérias?
As bactérias existem em quase todos os lugares, do solo e ambientes terrestres a camadas profundas sob a superfície dos sedimentos marinhos, as quais podem chegar a quilômetros de profundidade – são as regiões usadas para exploração de petróleo no mar.

Quais são as funções ecológicas exercidas por esses organismos?
As bactérias têm um papel central em todos os chamados ciclos biogeoquímicos da Terra, ou seja, na reciclagem biológica de nutrientes essenciais, como carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre, entre tantos outros. Resumindo: se as bactérias sumissem do planeta, todas as outras formas de vida desapareceriam, pois esses microrganismos são responsáveis por boa parte da reciclagem básica de elementos de que todos os organismos dependem.

As bactérias que fixam nitrogênio, extraindo-o do ar para suprir sua planta hospedeira, podem sobreviver sem esses vegetais? Esses microrganismos podem interagir com espécies exóticas?
Sim, há bastante evidência de que 'grupos-chave', como os fixadores de nitrogênio, podem viver como reservatórios no solo como organismos livres até que um hospedeiro apropriado apareça. A pesquisa genômica atual – mais especificamente o seqüenciamento de genes que respondem ao estímulo do ambiente – está revelando grande diversidade de forma e função ligada a esse processo, sobre o qual, há 10 anos, não tínhamos idéia que existisse.

A diversidade das bactérias no solo é tão grande que mesmo que uma espécie se 'extinga' devido a manipulações, como queimadas, muitas outras poderiam substituí-la

As queimadas ou o desflorestamento afetam as bactérias do solo? E as monoculturas, como as de soja e cana-de-açúcar?
Sabemos que as comunidades bacterianas são incrivelmente resistentes a perturbações (mudanças) bem poderosas. Em termos de efeitos, quando falamos de queimadas ou desflorestamento, estamos realmente nos referindo à remoção do fornecimento de nutrientes vegetais à comunidade bacteriana, o que parece moldar a diversidade de espécies ao redor de uma determinada planta. Mas tanto a remoção de biomassa vegetal quanto as mudanças na composição de espécies de plantas (como no exemplo da monocultura) não causam necessariamente o desaparecimento de espécies bacterianas, e sim uma modulação na abundância relativa dos constituintes da comunidade. Além disso, a diversidade das bactérias no solo é tão grande que mesmo que uma espécie se 'extinga' devido a manipulações, como queimadas, muitas outras poderiam substituí-la. Ou seja, há um alto grau de 'redundância' nos vários processos que ocorrem no solo.

É possível aumentar a produção agrícola modificando-se geneticamente as bactérias do solo? Isso poderia ser usado em terras inférteis?
Nos últimos anos, a maior parte dos trabalhos de engenharia genética em bactérias teve como objetivo aumentar a produtividade vegetal, reduzindo o ataque de patógenos aos cultivos. Um exemplo é a introdução de genes antifúngicos nesses microrganismos, para reduzir o ataque por fungos e preservar a saúde da biomassa vegetal. Já que há muitos patógenos micóticos que atacam as plantações, esse, então, parece ser um caminho óbvio a seguir, pois as bactérias não só vivem próximas aos fungos, mas também desenvolveram vários genes para competir com eles por nutrientes nas raízes das plantas.

Como estamos aumentando nosso conhecimento sobre importantes genes bacterianos envolvidos na reciclagem dos muitos elementos que uma planta necessita para viver, é possível que uma estratégia para melhorar a fertilidade do solo por meio da expressão aumentada desses genes seja alvo de pesquisas.

Estamos conduzindo o primeiro levantamento já feito da diversidade microbiana de um país e sua distribuição geográfica

As espécies de bactérias que vivem na Inglaterra e no Brasil são as mesmas? Pode-se retirar uma do Amazonas e cultivá-la, por exemplo, na floresta do Robin Hood, na Inglaterra?

Essa é uma pergunta interessante. Hoje, sabemos que várias espécies ocorrem em hábitats similares ao redor do mundo. Por exemplo, muitas espécies de *Pseudomonas* podem ser encontradas em tipos similares de solo em diferentes locais do planeta. Ainda é motivo de debate se elas são as mesmas espécies. É mais provável que representem grupos de cepas aparentadas dentro da mesma espécie, devido à seleção e à adaptação locais. Não tenho conhecimento de que se tenha tentado cultivar cepas aparentadas de um hábitat em outro, similar, mas de uma região geográfica distinta. Seria um experimento interessante.

Espécies nativas de um ecossistema podem contaminar outro?

É difícil responder, pois isso depende de muitos fatores, como a eficiência de dispersão e a quantidade de células que chegaram ao novo ecossistema, além da vantagem competitiva da espécie no novo ambiente. Nos experimentos em que novas espécies bacterianas são introduzidas em um hábitat, especialmente solo, é bastante difícil fazer com que cresçam e sobrevivam, pois estão competindo com milhões de outras células já bem adaptadas àquele ecossistema. Assim, é preciso que haja uma pressão seletiva muito forte para que as células imigrantes sobrevivam no novo ambiente.

Há bactérias em ambientes extremos, como nos desertos ou nos pólos, ou naqueles em que o solo é pobre em nutrientes? Quando um local tem poucos recursos nutricionais, necessariamente ele terá poucas bactérias?

Há muitas bactérias em ambientes extremos, e algumas das mais fascinantes vivem em regiões aquáticas ou de altíssima temperatura. Poucos recursos nutricionais não se traduzem necessariamente em baixos números desses microrganismos. De fato, pode-se ter uma diversidade extremamente alta nas regiões polares, pois a competição é menor, em função das temperaturas baixas, que reduzem o crescimento e as taxas de substituição das espécies.

As bactérias do solo são ou podem se tornar patogênicas por meio de mutações?

Primeiramente, é preciso lembrar que apenas uma pequena fração das espécies de bactérias é prejudicial à saúde dos seres humanos. A esmagadora maioria delas é necessária para manter nosso planeta e seus ecossistemas.

Quanto às bactérias de solo, algumas são patogênicas às plantas, mas também representam uma fração muito pequena de todas as bactérias presentes em ecossistemas de solo. Uma das razões para não vermos plantações continuamente doentes é o fato de o número de bactérias não patogênicas superar em muito o das que causam doenças, que acabam perdendo a competição pelos recursos do ecossistema. Esse mecanismo é parte de uma 'barreira física' que a alta diversidade microbiana no solo fornece às plantas. Entre as que causam doenças, muitas desenvolveram, ao longo do tempo, sistemas patogênicos tão complexos quanto o dos patógenos humanos. É certo que esses sistemas não surgiram simplesmente pela mutação de uma única base do DNA [material genético]. São, na verdade, resultado de muitos milhões de anos de evolução em conjunto com os hospedeiros.

O senhor e colegas desenvolveram uma pesquisa extensa sobre biorreatores usados para tratar resíduos tóxicos presentes na água utilizada pela indústria de aço. Qual o papel das bactérias nesse processo?

Os microbiologistas costumam referir-se aos biorreatores como 'caixas-pretas', ou seja, tratam de modo eficiente os resíduos tóxicos, mas os mecanismos internos desse processo são desconhecidos. Há cerca de 10 anos, fomos chamados por uma indústria de aço, no norte da Inglaterra, que queria saber como seus biorreatores funcionavam. Foi uma chance única para nós.

O principal produto a ser degradado era o fenol [derivado de um solvente empregado pela indústria, o benzeno, formado por um 'anel' de seis átomos de carbono]. Eram cerca de 100 espécies de bactérias no biorreator, e precisávamos saber 'quem digeria o quê'. Para isso, colocamos, na estrutura do fenol, um carbono que tem um nêutron a mais em seu núcleo, e isso serviu como uma 'etiqueta'. A bactéria

que 'comesse' (degradasse) essa nova molécula poderia ser rastreada. Para nossa surpresa, descobrimos uma nova espécie, que batizamos *Thauera*, que se mostrou dominante na degradação do fenol.

Também desenvolvemos um método para medir a 'saúde' das comunidades de bactérias no biorreator. Para isso, enxertamos nos microrganismos um gene de vaga-lume. Nesse inseto, se a luz emitida for intensa, a 'saúde' está boa. Isso passou a valer também para aquelas bactérias. Tínhamos, portanto, como medir o 'batimento cardíaco' das bactérias e, conseqüentemente, a eficiência do biorreator.

Publicamos vários artigos, sem citar detalhes sobre a planta industrial estudada, como estava na cláusula de nosso acordo com a empresa. Um desses trabalhos [*Appl. Env. Microbial*, v. 68, pp. 5.367–5.373] foi considerado como um dos mais significativos em microbiologia em 2003.

Como uma bactéria sobrevive em um ambiente tão tóxico?

Descobrimos que elas 'atacam em gangues', formando flocos no biorreator. Elas degradam rapidamente os compostos tóxicos, e assim nenhuma delas fica exposta muito tempo a uma concentração muito alta desses compostos. Como elas se coordenam para essa tarefa? Comunicando-se umas com as outras. Essa 'conversa' se dá por meio de sinais químicos chamados lactonas de homoserinas. Em laboratório, mostramos que, com esses sinais químicos, era possível controlar a resposta das bactérias aos tóxicos. Quando aprendermos mais sobre a linguagem das bactérias, poderemos ajudá-las, caso elas estejam com sua eficiência comprometida nos biorreatores, por exemplo.

O senhor diria que o ecossistema das bactérias de solo (pelo menos, no Reino Unido) está reagindo de algum modo à chamada mudança climática global?

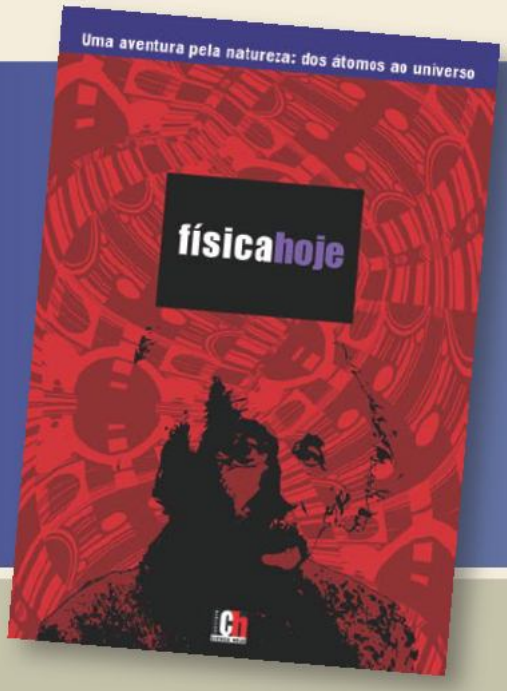
Fico feliz que tenham perguntado isso! No momento, estamos iniciando uma grande pesquisa microbiana para estudar justamente essa questão. Estamos conduzindo o primeiro levantamento já feito da diversidade microbiana de um país e sua distribuição geográfica. Essa iniciativa, que é única no mundo, envolve a coleta de amostras em áreas quadrangulares com 5 km de lado por todo o Reino Unido – são cerca de 1,2 mil amostras no total. Este ano será o primeiro em que faremos isso. Repetiremos a coleta de amostras a cada três ou cinco anos, para determinar como mudanças ambientais em potencial estão afetando as comunidades microbianas e as plantas associadas a elas. Repitam essa pergunta daqui a 10 anos, e poderei dar-lhes uma resposta melhor!

O senhor pretende organizar uma oficina de transferência de tecnologia com seus colegas brasileiros. Quais os temas que serão abordados e as tecnologias a serem transferidas?

Estamos discutindo várias opções. Gostaria de ver abordada na oficina uma gama de tópicos, incluindo um embasamento sólido em ecologia microbiana básica e tecnologias moleculares relevantes para aplicações do usuário final, como o uso de ecologia microbiana em monitoramento ambiental, remediação biológica e biotecnologia. É muito comum distanciarmos-nos do mundo real e esquecermos-nos que há problemas urgentes em que a ecologia microbiana pode ajudar. Em relação ao encontro, ainda estamos na fase de discussões, mas, com sorte, estaremos em uma universidade próxima de vocês em breve! ■

USINAS NUCLEARES,
IMAGENS DE TOMOGRAFIA,
CIRURGIAS A LASER,
TELAS DE CRISTAL LÍQUIDO...

SAIBA NESTE LIVRO COMO
A FÍSICA MUDOU A SUA VIDA



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR

LIGUE 0800 727 8999 OU VISITE www.cienciahoje.org.br

BIOLOGIA

Rumo ao ser vivo sintético?

Craig Venter, um dos mais polêmicos pesquisadores da atualidade, acaba de nos brindar com um feito capaz de tornar realidade o que até então era apenas uma provocante idéia: esse biólogo norte-americano, juntamente com um time de 16 pesquisadores de seu instituto, o Instituto J. Craig Venter (Estados Unidos), acaba de publicar a síntese da maior seqüência já produzida pelo homem da molécula que contém o material genético, o DNA.

No artigo, que está em *Science* (24/01/08, on-line), a equipe mostrou como foi sintetizado, em laboratório, todo o DNA (genoma) da bactéria *Mycoplasma genitalium*. Para se ter uma idéia da importância do feito, a molécula construída artificialmente por Venter e colaboradores é 20 vezes maior que qualquer outra de DNA sintetizada anteriormente. E é a primeira vez que o genoma inteiro de uma bactéria é quimicamente sintetizado.

Venter e colegas iniciaram o processo com o seqüenciamento do genoma 'original' (ou nativo, no termo mais técnico) do *M. genitalium*, que é sexualmente transmissível e causa infecções em homens e mulheres. Isso foi feito para assegurar que a equipe estava trabalhando com uma seqüência sem erros. Depois de obtida a versão correta do genoma nativo, foram desenhados 101 blocos de seqüências (contendo um ou mais genes), que variavam de 5 mil a 7 mil pares de bases (podemos pensar em uma base como um 'tijolo', uma unidade mínima da molécula de DNA). O genoma do *M. genitalium* tem, no total, 582.970 desses pares.

A equipe de pesquisa, chefiada por Hamilton Smith, ganhador do Nobel de Medicina de 1978, encomendou a companhias comerciais dos Estados Unidos e da Alemanha a síntese dessas moléculas curtas de DNA. O próximo passo foi ligá-las, até que se tornassem moléculas mais longas. Para isso, os pesquisadores exploraram um processo natural usado por leveduras para reparar seu DNA danificado. Eles introduziram essas pequenas moléculas de DNA nas células desses microrganismos, que fizeram a ligação dessas moléculas (por um processo que os biólogos denominam recombinação homóloga), tornando as seqüências cada vez maiores.

Para diferenciar o genoma sintético do genoma nativo, a equipe criou e introduziu, no primeiro deles, seqüências que não são tipicamente encontradas na natureza. Outra mudança no genoma sintéti-

co: a inclusão de um gene de resistência a um antibiótico que, além de permitir a identificação do DNA sintético, interrompeu outro gene, essencial para que a bactéria se torne patogênica. A estrutura contendo todo o material genético sintético (ou seja, o cromossomo sintético) foi então novamente seqüenciada, para assegurar a acurácia da síntese química.

A síntese do genoma inteiro da bactéria conclui a segunda das três etapas do processo de criar um organismo sintético. A primeira terminou cerca de seis meses atrás, quando os pesquisadores do Instituto J. Craig Venter (IJCV) transformaram uma espécie de bactéria em outra, diferente, por meio de um transplante de DNA. A segunda etapa foi a construção do genoma bacteriano sintético, finalizada agora com esse estudo.

A etapa final envolverá a introdução do genoma sintético em uma célula sem material genético, na esperança de trazê-la à vida, demonstrando assim que o genoma sintético é biologicamente ativo. Se conseguirem criar bactérias sintéticas, os cientistas finalmente farão jus à eterna acusação de 'brincarem de Deus'. E, literalmente, pela primeira vez na história, serão capazes de criar vida a partir de matéria orgânica inanimada.

Os avanços da equipe de Smith e Venter dão novo fôlego a uma disciplina que cresce cada vez mais: a biologia sintética. Entre os principais objetivos dela estão o desenho e a construção de organismos artificiais que poderão ser usados para sintetizar novas moléculas, além de novos produtos, inteiramente criados pelo homem.

O genoma do *M. genitalium* é um dos mais simples conhecidos, consistindo em somente 470 regiões que codificam informação para a fabricação de proteínas. Destas, acredita-se que cerca de 100 delas não sejam necessárias para a sobrevivência do microrganismo. A etapa seguinte é, então, retirar esses genes 'excedentes' do material genético, em uma tentativa de construir a quantidade mínima de código essencial para a vida do microrganismo. Esse componente mínimo serviria como base que poderia receber genes de interesse para a produção em larga escala. Esse processo é capaz de transformar bactérias em verdadeiras fábricas biológicas.

Dessa maneira, entre as aplicações dessa tecnologia, encontra-se a síntese de compostos úteis para a indústria farmacêutica, principalmente para a produção de compostos que são difíceis – quando não impossíveis – de serem sintetizados usando-se técnicas clássicas de síntese orgânica. Essa tecnologia pode também ser útil nos estudos de rotas metabólicas complexas, manipulando-se diversos genes de uma vez.

Mas a aplicação prática mais cobiçada decorrente desses resultados é a utilização de uma abordagem genômica para contornar os problemas energéticos e ambientais da atualidade. Nesse sentido, vale lembrar que, juntamente com a empresa norte-americana Synthetic Genomics, o projeto foi financiado pela BP, uma das maiores companhias de energia do mundo. Como parte do acordo, o grupo do IJCV utilizará essa tecnologia para desenvolver processos biológicos de conversão de hidrocarbonetos que resultarão na produção de energia mais limpa e com maior produtividade.

Aguardamos cenas dos próximos capítulos!

Sylvia M. C. Alquéres
e **Orlando B. Martins**
Programa de Biologia Molecular e Biotecnologia, Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

O SONAR DOS MORCEGOS • O que veio primeiro nos morcegos o vôo ou o 'sonar'? A questão parece ter sido respondida agora: o vôo, que era, diga-se, a hipótese menos popular entre especialistas. Mas as evidências parecem ser bem convincentes nesse sentido. O fóssil do *Onychonycteris finneyi*, que viveu há 52 milhões de anos, foi achado no estado do Wyoming (Estados Unidos). A análise da peça mostrou que o morcego voava, mas não tinha uma modificação em um pequeno osso do ouvido interno, essencial para localizar insetos no ar por meio da emissão e da captação de sons de alta freqüência (fenômeno semelhante ao sonar dos submarinos). Porém, a mandíbula do mamífero, que inaugura um novo gênero e família, era a de um comedor de insetos. Em resumo: o animal voava 'às cegas'. Em 1960, foi achado outro fóssil com anatomia semelhante à dos morcegos modernos, o que fortaleceu a hipótese de que o uso dos sons para localização de presas e alimentos havia surgido antes do vôo. Segundo um especialista, a grande questão agora é: como os morcegos passaram de terrestres para voadores? (*Nature*, 14/02/08)

MUSEU REAL DE ONTÁRIO (CANADÁ)

Características do *O. finneyi* indicam que os morcegos aprenderam a voar antes de desenvolver a capacidade de localização de presas e alimentos por emissão de sons. A escala na imagem mostra as proporções do espécime

EM FOCO

THE LANCET

Síndrome de Cushing induzida por creme 'redutor de gorduras' comprado no mercado negro

BELEZA A QUALQUER PREÇO? • Este tópico de 'Mundo de Ciência' costuma trazer fotos as mais diversas, de animais a corpos celestes. Este mês, as cenas são fortes, mas trazem um alerta. Mostram o que o vigente modismo 'beleza a qualquer preço' pode causar. No caso, levou a um quadro grave, por causa do uso de medicamentos sem supervisão médica. Pior ainda: comprados no mercado negro.

A barriga e o braço são de uma paciente de 28 anos de idade. Ela deu entrada em hospital do Reino Unido e foi diagnosticada como portadora da síndrome de Cushing, um conjunto de sinais e sintomas gerados pelo excesso de cortisol (ou hidrocortisona) no organismo descrito como doença em 1932 pelo médico norte-americano Harvey Cushing (1869-1939). O excesso dessa substância pode ser causado por uma disfunção de glândulas ou pela ingestão de altas doses de medicamentos que tenham compostos semelhantes a esse hormônio.

Inicialmente, a paciente (talvez, por vergonha ou temor de ser advertida) negou estar empregando qualquer medicamento. Depois, confessou: usou um creme 'redutor de gorduras' à base de clobetasol ('hormônio' sintético) por sete anos, dois tubos (60 g) por semana, em média. Razão: para se livrar de 12,7 kg que havia ganhado nos últimos três anos.

Os autores do artigo que descreve o caso, Tricia Tan e Tony Goldstone, do Hospital Hammersmith, em Londres, dão outro alerta: esses cremes clandestinos podem ainda conter substâncias tóxicas, como esteróides e hidroxiquinonas. Segundo os autores, o mercado para esse tipo de produto no Reino Unido é de milhões de libras esterlinas por ano.

The Lancet, v. 371, p. 596, 2008

MEDICINA

EMAGRECER COM MUSCULAÇÃO?

Para perder peso, é preciso fazer exercício aeróbico. Agora, surge um novo alento para quem não é adepto dessa prática: musculação ajuda a perder gordura de modo eficiente e, de quebra, dá ao praticante benefícios ligados ao metabolismo. E de forma tão eficaz quanto correr em uma esteira de academia, por exemplo.

Pesquisadores da Escola de Medicina da Universidade de Boston (Estados Unidos) mostraram, em experimentos com camundongos, que os benefícios metabólicos de aumentar os músculos do tipo II (aqueles que agem na hora de levantar algo pesado) se mantinham mesmo quando os roedores comiam rações ricas em gordura e açúcares (esclarecimento: os músculos do tipo I são aqueles usados em corridas de longa distância, por exemplo).

O aumento de massa muscular do tipo II nos animais foi feito ligando-se um gene específico, o Akt-1. Inicialmente, os autores esperavam que os camundongos 'reprogramados' geneticamente ficassem obesos com a dieta hipercalórica. Mas, para a surpresa deles, os animais aumentaram a massa muscular e perderam peso.

O mecanismo, que inicialmente intrigou os pesquisadores, foi descoberto: entre outros benefícios metabólicos, o aumento do músculo de tipo II fez com que o fígado dos roedores passasse a 'queimar' com mais eficiência substâncias (ácidos graxos) presentes na gordura.

Ao comentar (e elogiar) o trabalho, um especialista afirmou que os resultados demonstravam uma ligação intricada entre dieta, balanço de energia e morfologia de diversos tecidos.

Cell Metabolism, fevereiro de 2008

FOTO GLEN ABLE/SXC

MEDICINA

CÁLCIO E FADIGA MUSCULAR

Um atleta ganha disparado a competição, deixando adversários muito para trás. Outro ponto que levantou a desconfiança dos juízes da prova: ele nem mesmo estava muito extenuado ao cruzar a linha final, depois de nadar, pedalar e correr por quilômetros. Um exame antidoping indicou o que se esperava: a presença da droga S107, substância que foi proibida no esporte, mas de uso geral para tratar fadiga em pacientes cardíacos.

O parágrafo acima é apenas um exercício de imaginação com base no que é hoje (2008) real: a S107 (derivado das benzodiazepinas, grupo de substâncias com a propriedade de dilatar os vasos sangüíneos) foi capaz de fazer camundongos sob um regime extenuante de resistência física aumentarem o rendimento. Em caso de exercício extremo, o desconforto devido à fadiga muscular pode durar dias ou semanas.

O exercício extenuante enfraquece uma proteína-fechadura que mantém fechados os canais de cálcio das células musculares, evitando que os átomos desse elemento químico migrem para fora de uma estrutura celular (retículo sarcoplasmático) e inundem o interior dessas células. Nessa situação, ocorre o dano celular, pois entra em ação uma enzima que acaba alterando o funcionamento dos canais. A S107 tem um papel mediador: ela aumenta a afinidade da proteína-fechadura com o canal de cálcio. Os camundongos submetidos a um regime de três horas de natação por dia, por duas semanas, apresentavam evidências de canais de cálcio danificados. O mesmo foi notado em biopsias de ciclistas voluntários. Quando foram dopados com a S107, os roedores apresentaram maior resistência nos exercícios feitos na roda do que o grupo-controle.

Um dos autores, Andrew Bellinger, da Universidade Colúmbia (Estados Unidos), fundou uma companhia farmacêutica, a Armgo Pharma, para explorar as possíveis qualidades da S107 para combater a fadiga crônica decorrente de vários quadros (insuficiência cardíaca, por exemplo). No entanto, um comentarista acredita que muitos químicos 'de fundo de quintal' já estejam pensando seriamente em empregar a droga no esporte.

The Proceedings of the National Academy of Sciences, 12/02/08

ESPERMATOZÓIDE FEMININO • O título aí ao lado parece ser uma contradição em termos. De tão bizarro, mereceria um destaque nesta edição. Foi o que a *CH* preparou para o leitor, que pode desvendar os detalhes do tema com um especialista, o colunista Franklin Rumjanek, na seção 'A Propósito'. Resta-nos apenas dizer que a expressão 'crepúsculo do macho' nunca fez tanto sentido. (*Reproduction: Gamete Biology*, a ser publicado)

SINTONIA FINA

O leitor tem uma tese de doutorado? Se sim, como seria apresentá-la publicamente sem palavras, sem imagens? Mímica? Não, apenas dança. Esse foi o desafio da competição 'Dance seu doutorado' (Dance your PhD) em Viena (Áustria). Depois do anúncio dos ganhadores, entre 100 e 200 cientistas mostraram a ginga em uma festa 'rave', com bebidas liberadas. Até a música do evento foi produzida por DJs com doutorado. O primeiro lugar geral ficou com Brian Stewart, da Universidade de Oxford (Reino Unido), que interpretou uma caça estilizada a antílopes. Outro tema bem cotado: um binário de galáxias ao sabor da gravidade e ao ritmo de um tango. A cobertura foi do jornalista John Bohannon, idealizador do evento e que relatou os melhores momentos em sua coluna, 'Gonzo Scientist'. Bohannon, que é do tipo repórter interativo, surpreendeu-se com o fato de o vencedor da noite interpretar sua dança com uma tanga de proporções diminutas, quase um 'tapa-sexo'. A idéia ocorreu para Bohannon, depois de ele observar a 'falta de destreza' dos cientistas em festas ao final de encontros científicos. Aí, perguntou a si mesmo: cientistas podem dançar? Assim, nasceu a idéia do concurso. Foram três categorias: pós-graduandos, pós-doutores e professores (equivalentes a titulares, no Brasil). As 12 interpretações premiadas estão disponíveis no sítio www.gonzoscientist.org. Vieram participantes também da Itália, dos Estados Unidos e da Inglaterra. O júri era formado por quatro pessoas, entre cientistas e especialistas em dança. A próxima etapa, promete Bohannon, será global, com vídeos depositados em um sítio. O prêmio, que foi uma assinatura anual da revista *Science* na fase inicial, está ainda em negociação: pode ser a interpretação de um dos artigos do vencedor por uma companhia profissional de dança.

O FDA (órgão que regulamenta o comércio de medicamentos e alimentos nos Estados Unidos) reforça o alerta: crianças com menos de dois anos de idade não devem tomar medicamentos para tosses e resfriados, desses que se podem comprar sem receita. A lista inclui descongestionantes, anti-histamínicos e antitussígenos. Razões: além de serem ineficazes para tratar os sintomas em crianças até seis anos, podem causar morte, convulsões, aceleração dos batimentos cardíacos, baixa ou perda de consciência. O relatório foi em parte baseado em dados fornecidos pela Academia Norte-americana de Pediatria (ANP). Então, o que fazer nesses quadros? A ANP recomenda a velha receita: beber muito líquido, tomar canja de galinha e fazer inalações com água. O FDA agora analisa dados sobre esses medicamentos para crianças até 11 anos e promete para breve um comunicado. Em resposta ao primeiro comunicado, lançado em agosto do ano passado, 14 medicamentos do gênero foram retirados do mercado espontaneamente pelas empresas farmacêuticas. E no Brasil, como é a situação?

O 'TAMANDUAZINHO' DE MADAGASCAR • A *CH* obteve com exclusividade a foto ao lado. Ela traz a mais nova espécie de mamífero conhecida pela ciência. O bicho foi batizado *Rhynochocyon udzungwensis*, em homenagem ao local onde foi encontrado, as montanhas Udzungwa (Tanzânia), região em que vários outros animais desconhecidos foram descobertos nos últimos anos. Francesco Rovero, do Museu de Ciências Naturais de Trento (Itália), capturou-o com uma câmera-armadilha. Ele se parece com um diminuto tamanduá, mas é, na verdade, um musaranho-elefante, encontrado só na África, sendo primo distante dos elefantes, com os quais tem um ancestral comum, que viveu há 100 milhões de anos. Os adultos da nova espécie têm 30 cm de comprimento, pesam cerca de 700 gramas, são diurnos e comem insetos, como cupins, caçados com a ajuda da 'trombinha'. (*Journal of Zoology*, v. 274, n. 2, pp. 105-204, 2008)

Nova espécie de musaranho-elefante, descoberta na Tanzânia

FOTO FRANCESCO ROVERO/MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS DE TRENTO (ITÁLIA)

DESTAQUE

MEDICINA Aumento de 5 kg/m² no índice de massa corporal eleva risco para vários cânceres

OBESIDADE E CÂNCER

Meça seu peso (em kg). Agora, divida-o por sua altura (em metros) elevada ao quadrado. Se, nos últimos tempos, o resultado dessa operação matemática, denominada índice de massa corporal (IMC), aumentou cinco unidades, então as notícias são muito, muito ruins: as chances de desenvolver vários tipos de cânceres, mesmo aqueles considerados mais incomuns, crescem drasticamente. E essas probabilidades variam segundo sexo e etnia.

Um IMC considerado 'normal' é de 18,5 até 24,9 kg/m². Sobrepeso fica entre 25 e 29 kg/m². Acima de 30, obesidade. Já se sabia que um IMC aumentado (no caso, sobrepeso e obesidade) eleva o risco para cânceres comuns. Agora, Andrew Renehan, do Hospital Christie da Universidade de Manchester (Reino Unido), generalizou: procurou ver qual a relação da doença para quem tem um aumento de 5 kg/m², independentemente de seu IMC. Resultados: para homens – adenocarcinoma esofagiano (52%); glândula tireóide (33%); intestino e rins (24%); para mulheres – endométrio (59%); vesícula biliar (59%); adenocarcinoma esofagiano (51%); rins (34%).

Para ambos os sexos

Como má notícia não anda sozinha, há mais delas. Renehan e colegas também notaram, em homens, uma associação fraca, porém significativa, entre o aumento de 5 kg/m² do IMC e o tumor do reto e de pele (melanoma) maligno. Em mulheres, isso ocorreu para o de mama na pós-menopausa, do pâncreas, da tireóide e de intestino.

Para ambos os sexos, os quilos extras aumentaram o risco para leucemia, mieloma (tumor na medula) múltiplo e dos gânglios linfáticos (linfoma) não-Hodgkin. Etnias diferentes apresentam percentuais de risco diferenciados: por exemplo, o vínculo entre aumento do IMC e cânceres tanto pré quanto pós-menopausa em populações da Ásia e Pacífico mostrou-se mais forte.

Susanna Larsson e Alicja Wolk, do Instituto Karolinska (Suécia), ao comentarem os resultados do artigo, enfatizaram que a obesidade é a causa de morte de aproximadamente 30 mil pessoas por ano no Reino Unido e de 300 mil nos Estados Unidos. Neste último país, estima-se que esse problema já tenha ultrapassado, em 2005, o tabagismo como a principal causa evitável de óbitos.

Para Renehan, será necessário juntar esforços para uma educação sobre dieta e atividade física (ver nesta coluna 'Emagrecer com musculação?'). Ações devidas: treinar profissionais; restringir a propaganda de alimentos muito calóricos; limitar o acesso a comidas não saudáveis nas escolas e no trabalho; aumentar os impostos sobre bebidas com açúcar e gordura; baixar o preço de alimentos saudáveis; promover atividade física. Para ele, planos nacionais de combate ao câncer deveriam incluir essas medidas para reduzir a obesidade.

O estudo foi feito a partir da análise de 282.137 casos presentes em 221 bancos de dados.

The Lancet, 16/02/08

FÍSICA

NAPOLEÃO ENVENENADO?

ÓLEO SOBRE TELA DE JACQUES-LUOIS DAVID/THE NATIONAL GALLERY-WASHINGTON

Há meio século surgiu a hipótese de que Napoleão Bonaparte (1769-1821) fora envenenado na ilha de Santa Helena, onde estava exilado, para não assumir novamente o poder na França. Em 2001, o suposto complô ganhou uma suposta comprovação: um exame forense detectou arsênio no cabelo do ex-imperador em níveis 40 vezes maiores que os considerados normais. Agora, os físicos nucleares dão outra versão: aquele que foi imperador francês entre 1804 e 1814 teria morrido de causas naturais.

Físicos italianos de várias universidades e institutos analisaram amostras do cabelo de Napoleão, da infância até um dia após a morte dele na ilha no oceano Atlântico Sul. Eles compararam os níveis de arsênio com os presentes em contemporâneos do ex-imperador, incluindo filho e mulher, a imperatriz Josephine de Beauhamais (1763-1814). Analisaram também a contaminação por essa substância venenosa em cabelos de pessoas deste século. Os resultados mostram que Napoleão, bem como seus contemporâneos, tinham níveis 200 vezes maiores que os encontrados em pessoas saudáveis de hoje.

O exame foi feito com um feixe de nêutrons gerados em um reator. Ao atingir a amostra, o nêutron 'penetra' o núcleo do arsênio, que se torna instável e emite radiação, captada por detectores ultra-sensíveis. Os pesquisadores desconfiam que, no caso de Napoleão, a contaminação possa ter ocorrido pelo contato com o papel de parede verde usado na ilha de Santa Helena.

***Il Nuovo Saggiatore*, a ser publicado**

SAPO INFERNAL • Se a espécie ainda habitasse as florestas de Madagascar, ela certamente seria o Golias entre seus semelhantes. Seus atributos: 4 kg de massa corporal, 40 cm de comprimento e mandíbulas fortes. O *Beelzebufo ampinga* (em latim, algo como sapo infernal de couraça) viveu há cerca de 70 milhões de anos, mas tem 'primos' vivos na América do Sul. Segundo o líder da pesquisa, David Krause, paleontólogo da Universidade Stony Brook (Estados Unidos), isso é uma forte evidência de que a ilha na costa oriental da África e o continente sul-americano estiveram unidos no passado. O sapo-de-chifres (ou intanha), encontrado no Brasil, seria um desses parentes distantes. A maior espécie viva de sapo hoje conhecida é da África Ocidental, com mais ou menos 3/4 do tamanho e do peso do 'gigante infernal'. Tudo indica que o *B. ampinga* era um predador formidável, do tipo que 'senta e espera', camuflado entre a vegetação. Abocanhava insetos, lagartos e, segundo Krause, até jovens e incautos dinossauros. *The Proceedings of the National Academy os Sciences*, v. 105, n. 8, pp. 2.951-2.956, 2008

ILUSTRAÇÃO DE LUCY BETT-NASH

O *B. ampigna* encara a maior espécie de rã que habita a ilha de Madagascar, *Mantydactylus ampigna*. Um lápis comum dá idéia do tamanho dos dois anfíbios

SINTONIA FINA

Para um diabético, quanto mais baixo o nível de açúcar no sangue, melhor, certo? Nos últimos anos, os endocrinologistas têm desconfiado dessa 'verdade', que perdurou décadas. Agora, um estudo interrompido envolvendo cerca de 10 mil pacientes dá um reforço a algo que vem ganhando adeptos entre os endocrinologistas: terapias agressivas para reduzir o açúcar do sangue causam mais mortes por ataques cardíacos e derrames do que o tratamento padrão da doença. Os resultados inesperados (daí a interrupção do estudo) contabilizaram 257 mortes entre os pacientes do primeiro grupo (agressivo) e 203 entre os do segundo (respectivamente, 1,4% e 1,1% de mortes ao ano). Por quê? Tudo, por enquanto, brota do solo da especulação. Mas uma possível explicação veio de Trevor Orchard, da Universidade de Pittsburg (Estados Unidos). Segundo ele, diabéticos desenvolvem com freqüência aterosclerose, ou seja, formação de placas (ateromas) que danificam o tecido interno das artérias. Mas, segundo Orchard, em entrevista à revista norte-americana *Scientific American*, essas artérias são estáveis, pois o açúcar, que é parte do ateroma, ajuda a estabilizá-las, evitando o rompimento. Mas, ao se retirar bruscamente o açúcar dos pacientes, perde-se essa proteção, o que ocasionaria mais ataques e derrames. Para Orchard, isso explica os resultados do estudo interrompido, o Accord (sigla, em inglês, Ação para o Controle do Risco Cardiovascular em Diabetes), que reuniu pacientes idosos e com alto risco de morte por doença cardíaca. A lição final de uma doença para a qual ainda não se conhecem todos os mecanismos moleculares: baixar os níveis de açúcar no sangue é bom, mas não de modo brusco.

O chamado desenho inteligente, uma crença de forte conteúdo religioso que defende que um ser superior tenha moldado a evolução dos seres vivos, não pode ser ensinado nas escolas norte-americanas. Decisão da Justiça. Mas a batalha entre ciência e religião está longe de terminar. Depois de construir um museu criacionista de US$ 27 milhões (cerca de R$ 50 milhões), os adeptos dessa doutrina ('teoria' na qual os seres vivos têm origem por criação divina) resolveram lançar um periódico 'científico' para publicar artigos sobre a visão bíblica da criação dos seres vivos e do dilúvio final. O *Answers Research Journal* terá pareceristas que concordem com a linha editorial da publicação, segundo a organização do periódico, lançado neste início de ano, cuja proprietária é a organização Answers in Gênesis, dona do museu, que fica no estado norte-americano do Kentucky. A idéia é, segundo o editor-chefe (um doutor em geologia pela Universidade de Sydney, Austrália), aproveitar os artigos que são ignorados pelas publicações científicas. A revista terá acesso gratuito na internet.

FÍSICA

O SEGREDO DE COLTRANE

John Coltrane (1926-1967), considerado por críticos o maior saxofonista tenor do jazz, tinha um jeito peculiar de tocar seu instrumento, derrubando a temática formal e acrescentando 'heresias' harmônicas ao campo melódico de seus solos. Ficou conhecido por atingir notas altíssimas. Qual o segredo desse mito da música?

A física responde. Para todas as notas, talento, obviamente. Para as mais agudas, que faziam o instrumento 'gritar', uma boca e garganta treinadas. Sim, os resultados de Jer Ming Chen e colegas, da Universidade da Nova Gália do Sul (Austrália), conferem um toque a mais de veracidade à longa suspeita de que a forma do trato vocal (boca e parte superior da garganta) afeta o som final do sax.

A equipe acoplou à boquilha de um sax tenor um instrumento (figura) capaz de medir ressonâncias que ocorrem no trato vocal quando certas notas são emitidas. Eles concluíram que ressonâncias sutis (denominadas de segunda ordem) são mais intensas na garganta de saxofonistas profissionais do que em amadores, e isso ajuda a amplificar as notas altas. Ou seja, os amadores não conseguem alterar a forma do trato vocal (uma das ações é a posição da língua na boca) para atingir essas notas.

Sugestão: Coltrane gravou, em 1959, *Kind of Blue*, de Miles Davis, considerado um dos álbuns mais importantes da história do jazz. Imperdível.

História: o saxofone foi inventado pelo construtor de instrumentos belga Adolphe Sax e patenteado em 1846. Hoje, quatro tipos de sax são mais populares (listados aqui do mais agudo para o mais grave): soprano (também uma especialidade de Coltrane), alto, tenor e barítono.

***Science*, 08/02/08**

FOTO CORTESIA JER MING CHEN

Músico profissional toca saxofone com equipamento acoplado ao instrumento para a análise de como o trato vocal influencia nas notas

SINTONIA FINA

O papel do parecerista é de muita responsabilidade: tem que julgar o mérito de artigos de outros cientistas, mantendo as informações sob segredo absoluto. Às vezes, ele defronta-se com aquele dado 'essencial' para resolver um problema sobre o qual ele mesmo vem trabalhando há anos... Ou aquele pulo-do-gato que explica o misterioso resultado de um experimento do colega do laboratório ao lado... Mas não pode usar essas informações em causa própria nem divulgá-las. E quando essa regra de ouro é quebrada? Um desses casos veio à tona agora. Steve Haffner, da Universidade do Texas (Estados Unidos), enviou um artigo de revisão que estava avaliando para um colega da empresa Glaxo SmithKline (GSK). Só isso já seria uma falta grave, mas os resultados, que seriam publicados no prestigioso periódico *New England Journal of Medicine* (*NEJM*), apontavam que uma droga (rosiglitazona) contra o diabetes produzida pela GSK aumentava em 43% o risco de ataque cardíaco. Em posse do artigo, publicado em 21/05/07, a GSK respondeu com outro, alegando que os dados do primeiro não eram conclusivos. Haffner disse para a revista *Nature* (v. 451, p. 509, 2008) que "O porquê de eu ter mandado é um mistério. Não estava me sentido bem". Para complicar o cenário, Haffner era de um comitê consultivo da GSK e fez muitas palestras pagas pela empresa (não revelou quanto ganhou por isso). O *NEJM* disse que, nesses casos, os pareceristas que vazam informações não podem mais escrever artigos de opinião nem revisões para o periódico. Depois da publicação do artigo, o FDA (órgão norte-americano que regula o comércio de drogas e alimentos) obrigou o medicamento a sair com um aviso na caixa, alertando para o risco de ataque, mas ressaltando que os dados não eram conclusivos. As vendas do medicamento, em relação ao terceiro trimestre do ano passado, caíram 38% no mundo e 48% nos Estados Unidos, segundo a reportagem em *Nature*.

Cássio Leite Vieira
Ciência Hoje/RJ

FONTES: *SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEW UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW FOCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE;NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN)*

O fim do macho?

Franklin Rumjanek

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

A tecnologia envolvendo as células-tronco não pára de produzir novidades de interesse geral. Não é só no tratamento de lesões em órgãos cujas células normalmente não se regeneram que as células-tronco têm aplicações. Há pouco tempo circulou a notícia de que um grupo de pesquisadores da Universidade de Newcastle, no Reino Unido, produziu espermatozóides humanos a partir de células-tronco. O detalhe curioso nesse caso foi que as células-tronco originais eram de um embrião feminino. Potencialmente esse procedimento permitiria que as células de uma mulher também gerassem espermatozóides.

Na verdade, experimentos semelhantes com outras espécies já haviam sido conduzidos desde a década de 1990. Nessa época, foram testadas células-tronco de galinhas e de camundongos. Incluído na lista de centros de pesquisa que realizaram essas experiências precursoras está o nosso Instituto Butantan, em São Paulo, onde também foram produzidos espermatozóides e óvulos usando células-tronco de camundongos. Entretanto, é preciso enfatizar que, mesmo que esses grupos tenham produzido os espermatozóides partindo de células femininas, estes se limitam aos chamados espermatozóides femininos, portadores do cromossomo sexual X. O espermatozóide masculino contém o cromossomo Y, e os gametas contendo o cromossomo Y ainda não foram produzidos a partir de células-tronco.

Qualquer avanço no conhecimento é gradual e não devemos nos precipitar imaginando que espermatozóides femininos já estejam disponíveis para resolver, por exemplo, a questão da maternidade biológica entre mulheres homossexuais. Ainda há muitas dificuldades a superar, algumas bem espinhosas.

Para que se tenha uma idéia da magnitude dos problemas ainda sem solução, basta citar que o cromossomo Y é necessário para que ocorra a meiose, um tipo de replicação celular no qual o número de cromossomos é reduzido à metade, que é característica das divisões celulares dos espermatozóides e óvulos. Outro problema é aprender a controlar o código de modificações no DNA (material genético) de gametas masculinos e femininos que ocorrem após sua síntese e que coordenam a formação de estruturas fetais e placentárias (ver 'Comunhão parcial de genes' em *CH* 205).

No entanto, nenhum desses obstáculos é insuperável. Dada a presente sofisticação da biotecnologia, não há dúvidas de que oportunamente todos os impedimentos serão resolvidos. Quando chegarmos lá, o que podemos esperar? Um cenário possível seria o de que os homens deixassem de ser indispensáveis para a reprodução e a população feminina aumentasse significativamente no planeta devido à escassez do cromossomo Y.

Mas, se analisarmos o que está acontecendo com o cromossomo Y, verificaremos que há algum tempo a própria natureza vem tramando contra o sexo masculino. Nos últimos milhões de anos, o cromossomo Y perdeu muitos genes e atualmente ficou tão diferente do cromossomo X, que praticamente não há mais trocas de material genético entre eles. O cromossomo X, com cerca de 165 milhões de pares de nucleotídeos (uma medida de seu tamanho), é bem maior que o Y, com aproximadamente 60 milhões desses pares. Se compararmos o número de genes, as diferenças tornam-se mais evidentes. O cromossomo X tem 3 mil genes e o Y só 26!

Um cenário possível seria o de que os homens deixassem de ser indispensáveis para a reprodução e a população feminina aumentasse significativamente no planeta

A atual discussão é se o cromossomo Y vai desaparecer em 10 milhões de anos ou não. Sabe-se que se um cromossomo ficar muito pequeno corre o risco de se tornar instável e então desaparecer. Assim, por um lado, temos uma medida da progressão real da diminuição do Y e, por outro, um argumento evolucionista que, ao contrário das previsões pessimistas, sugere que o Y, perdendo seus genes, teria evoluído até atingir um ponto de ajuste ideal. Em outras palavras, o cromossomo Y teria se especializado em determinar o sexo masculino. Se esse ajuste for aprovado pela seleção natural, o Y permaneceria entre nós por muito tempo ainda.

O debate prossegue e no momento não há como decidir qual corrente do pensamento está certa. O que sabemos é que o cromossomo Y já não tem mais uma origem exclusiva das gônadas masculinas e, além disso, corre o risco de desaparecer. Essa bifurcação evolutiva pode significar o fim da hegemonia masculina, mas também pode ser o arauto da extinção da espécie. ■

Os 50 anos bossa

Um estilo musical intimista e inovador surgiu no Rio de Janeiro há 50 anos. Seus criadores, em grande parte oriundos da classe média, pretendiam modernizar o samba, em um projeto coincidente com as intenções desenvolvimentistas que dominavam o cenário político da época. Esse movimento, a bossa nova, ajudou a melhorar a imagem social dos músicos populares, obteve sucesso internacional e continua inspirando grupos musicais da atualidade.

Santuza Cambraia Naves
Departamento de Sociologia e Política, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, e Núcleo de Estudos Musicais, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Candido Mendes

FOTO MAURITIUS/LATINSTOCK

da nova

UMA ESTÉTICA DESPOJADA

'Bossa nova' foi o nome dado pela imprensa carioca ao estilo musical criado no Rio de Janeiro, no final da década de 1950, por músicos que procuravam atualizar o samba a partir de informações musicais provenientes de algumas tradições, como a do jazz norte-americano e a do bolero mexicano. Com a intenção de fazer com que a música popular, principalmente o samba, acompanhasse o momento histórico que viam como 'moderno', os criadores da bossa nova reverenciavam, nos repertórios estrangeiros utilizados, o que lhes parecia mais adequado para representar os novos tempos, como o estilo jazzístico conhecido como *cool jazz* e o bolero camerístico de Lucho Gatica.

No que se refere ao *cool jazz*, há um consenso quanto à importância de 'Birth of the Cool', disco lançado em 1949 pelo trompetista Miles Davis (1926-1991), para a criação da tendência musical, assim como há quem considere o saxtenorista Lester Young (1909-1959) um precursor do estilo. Em termos musicais, o *cool jazz* representou uma reação mais cerebral e camerística à tórrida sintaxe do *bebop*, estilo que se desenvolveu a partir da década de 1940 na cena jazzística e que transformou profundamente o jazz. Embora pareça excessivo na maneira virtuosística de usar os instrumentos, se comparado ao *cool jazz*, o *bebop* destoava do jazz tradicional das *big bands*, as 'orquestras' de jazz das décadas de 1930 e 1940, ao fazer um som mais experimental e mais propenso à audição que à dança.

Show 'Um encontro com: Vinicius de Moraes, Tom Jobim, João Gilberto e Os Cariocas' na boate em Copacabana, Au Bon Gourmet, em 1962

FOTO ANTONIO NERY/TYBA

Entre os expoentes do *cool jazz* encontram-se o saxofonista Gerry Mulligan (1927-1996), com seu famoso quarteto sem piano, o também saxofonista Stan Getz (1927-1991), o trompetista Chet Baker (1929-1988) e o pianista Lennie Tristano (1919-1978). Embora mais introspectivo e contido, seria equivocado generalizar e considerar o *cool jazz* uma espécie de *jazz* 'frio', sem suingue ou sem alma. As gravações *cool* também contêm ritmos ágeis, solos intensos e síncopes que nada deixam a dever ao *bebop*.

Os músicos bossa-novistas e os adeptos do *cool jazz* tinham em comum uma consciência do momento – final da década de 1950 – como uma etapa importante rumo a uma modernidade avassaladora. E, o que é mais importante, acreditavam que o moderno se realiza por meio de procedimentos comedidos, econômicos, e de uma estética despojada. Assim, os criadores da bossa nova desenvolveram uma atitude parecida com a dos músicos do *cool jazz*, que viam a prática sinfônica das *big bands* e de outros ritmos como obsoleta e pouco representativa de um mundo que apresentava céleres transformações e se tornava cada vez mais pragmático, exigindo, em contrapartida, uma estética *cool*.

No caso brasileiro (ou carioca, para ser mais precisa), o passado a ser negado era principalmente o da Rádio Nacional, que divulgava, através de seus programas de auditório e de cantores como Emilinha Borba (1922-2005), Marlene, Ângela Maria e Cauby Peixoto, uma estética considerada excessiva pelos bossa-novistas. A música divulgada, como sambas-canções e outros gêneros influenciados pelo bolero mexicano, pelo tango argentino e por baladas norte-americanas e européias, era vista como dramática, por tratar poeticamente desgraças amorosas. Musicalmente, criticavam-se tanto os arranjos (pelo recurso a instrumentos em profusão, com violinos ao fundo) quanto a interpretação (pelo uso da voz à maneira operística) e a apresentação de palco (pelo emprego ostentatório de figurino de gala e pela gesticulação considerada ultrapassada).

Predispostos, portanto, a mudar radicalmente a tradição recente da música popular, alguns músicos e poetas, como João Gilberto, Tom Jobim (1927-1994), Newton Mendonça (1927-1960), Carlos Lyra, Vinicius de Moraes (1913-1980), Roberto Menescal,

Ronaldo Bôscoli (1928-1994) e Nara Leão (1942-1989) – esta atuou como intérprete e idealizadora – criaram o estilo bossa nova, com seu ritmo peculiar (ver 'Samba estilizado').

Banquinho e violão

Há outras novidades musicais que caracterizam a bossa nova, relativas à maneira de lidar com a voz e o violão. Se tradicionalmente o violão era relegado a segundo plano, como acompanhamento vocal, João Gilberto faz uso diferente de voz e instrumento, de modo que ambos atuem no mesmo plano e provoquem uma tensão criativa. De maneira semelhante, a grande orquestra, com violinos ao fundo, é substituída por uma formação camerística de violão, piano, percussão e baixo. E a voz também é colocada de outra maneira: o modelo virtuosístico é substituído pelo procedimento de dialogar com o instrumento musical. A voz pequena da bossa nova torna-se potente, entretanto, no sentido de criar uma nova corporalidade, pois voz e corpo se harmonizam e criam uma linguagem intimista. Assim, a voz modulada em um registro despojado combina à perfeição com o modelo do banquinho e violão inaugurado por João Gilberto.

A forma canção alcança sua plenitude com a bossa nova. Assim como voz e violão se equiparam, letra e música mantêm o mesmo estatuto. Ao contrário, por exemplo, de algumas experiências jazzísticas, em que a voz é usada como instrumento, ou da tradição operística, em que a palavra se submete à sonoridade de tal modo que a letra muitas vezes se torna incompreensível para a platéia, na bossa nova letra e música se complementam perfeitamente. Em alguns casos, como nas canções *Desafinado* (1958) e *Samba de uma nota só* (1960), de Newton Mendonça e Tom Jobim, os dois elementos da canção realizam procedimentos metalingüísticos ao comentar o próprio processo de composição.

No livro *Da bossa nova à tropicália*, de 2001, expliquei a maneira como os autores dessas canções usam a metalinguagem:

"*Desafinado* permite [...] pelo menos dois tipos de leitura: para um ouvido menos atento às inovações musicais, trata-se de uma canção sentimental, embora se lide com a temática amorosa de maneira *cool*, irônica e sofisticada; para alguém habituado às experimentações jazzísticas, letra e música, em franca interação, remetem a experimentos vanguardistas que violam os padrões convencionais de recepção musical. Por exemplo, no momento exato em que se pronuncia a sílaba tônica da palavra 'desafino', surge no plano da música um acorde imprevis-

SAMBA ESTILIZADO

As primeiras gravações do ritmo básico da bossa nova estão nas faixas *Outra vez* e *Chega de saudade*, do LP '*Canção do amor demais*', de Elizeth Cardoso (1920-1990), e no compacto 'Chega de saudade', ambos de 1958. Esse ritmo, criado por João Gilberto ao violão, é, na verdade, uma redução estilizada, uma tradução do samba executado por instrumentos de percussão de forte volume, como o surdo e o tamborim, para a instrumentalidade mais intimista do violão. Ele representa, nesse sentido, mais uma 'modernização' do que uma ruptura com o samba de então, revisto sob uma nova perspectiva. Essa transposição veio acompanhada de maior sofisticação na harmonia com relação à levada (ou batida, se preferir) tradicional de samba e choro ao violão, dois estilos muito próximos. Além do uso regular de notas de tensão, ocorreu um abandono parcial de características mais contrapontísticas da execução tradicional do samba em favor da movimentação da harmonia por blocos. Essas características são musicalmente mais aparentadas ao expressionismo francês de Claude Debussy (1862-1918) e Maurice Ravel (1875-1937) *e ao cool jazz* norte-americano que aos contrapontos do alemão Johann Sebastian Bach (1685-1750) e do instrumentista e compositor carioca Alfredo Viana Jr., o Pixinguinha (1898-1973), alicerces do choro.

A batida da bossa nova, executada pela mão direita de João Gilberto com admirável precisão e suingue, pode ser decomposta em duas vozes, uma grave e outra aguda. A voz aguda, apelidada pelo músico de "as meninas", é constituída por três notas em bloco e corresponde ritmicamente a um instrumento agudo de percussão de samba, como o tamborim, com suas variações rítmicas. A voz grave, "o garoto", é tocada pelo polegar da mão direita e corresponde ao esquema rítmico regular do surdo de samba. Existe uma dificuldade natural em se cristalizar um padrão único para a batida de bossa nova criada por João Gilberto. Essa dificuldade apresenta-se para a transcrição de qualquer levada de samba, ritmo que, como muitos outros, não se mostra sempre regular.

Gabriel Muniz Improta França
Violonista e mestre em música (2007) pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio)

FOTO TOM COPI/GETTY IMAGES

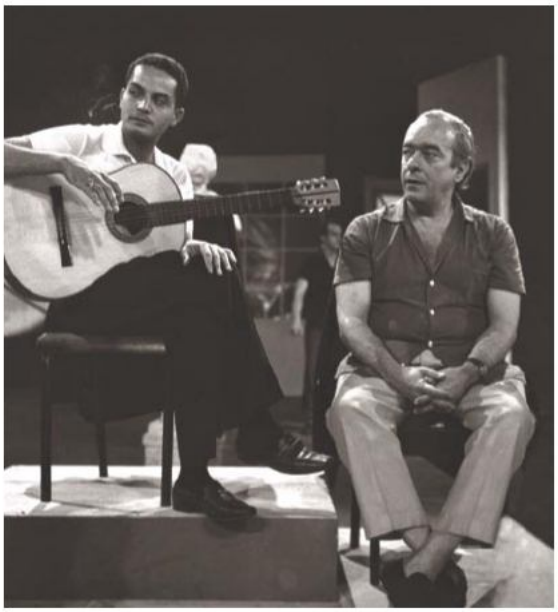


FOTO BOSCO/ACERVO U.H/FOLHA IMAGEM

Vinicius de Moraes e Baden Powell, durante gravação de vídeo da Bossa Nova em São Paulo, em 1963

to, sendo a nota seguinte um semitom abaixo do que seria de se esperar (uma *blue note*, para empregar a terminologia jazzística). Assim, toda a passagem representa uma transgressão aos padrões harmônicos da música popular convencional. *Samba de uma nota só*, de maneira semelhante, é concebida minimalisticamente: a estrutura musical, restrita a poucas notas, faz jus ao texto contido, em que questões amorosas se mesclam com comentários musicais."

A música em seu tempo

Retomando a discussão sobre a maneira como os músicos da bossa nova concebem a modernidade e procuram ajustar a canção popular aos novos tempos, poderíamos dizer que o espírito da bossa nova é muito parecido com o dos projetos urbanísticos e arquitetônicos de Lúcio Costa (1902-1998) e Oscar Niemeyer relativos à criação da nova capital federal, no final dos anos 50. De um lado, pelo fato de todos conceberem a modernidade como o tempo do despojamento, que exige uma estética do 'menos', fugindo do modelo do excesso. De outro, pelo fato de todos também se mostrarem afinados com o projeto desenvolvimentista do governo (1956-1961) do presidente Juscelino Kubitschek (1902-1976), que deu forma a esse projeto com a construção de Brasília.

O desenvolvimentismo, como programa econômico e político, tem como proposta retirar o Brasil da condição de 'subdesenvolvido' e colocá-lo, por meio do crescimento de sua economia e do processo de modernização, no rol dos países que alcançaram o progresso. Trata-se de um momento em que o nacionalismo radical dos períodos anteriores arrefece em prol de uma abertura em relação aos países estrangeiros, no sentido de propiciar aos brasileiros as benesses resultantes do avanço tecnológico.

Nara Leão cantando na boate carioca Au Bon Gourmet, em 1963

O projeto arquitetônico de Niemeyer e o musical de João Gilberto e Tom Jobim não só dialogam, de certa forma, com o projeto político de JK, como têm em comum o apreço pela idéia de projetar o Brasil no exterior. Nota-se aqui uma retomada do ideário modernista, notadamente o do escritor Mário de Andrade (1893-1945), no sentido de valorizar a busca da singularidade nacional em prol de uma participação fortalecida do Brasil no concerto das nações.

Outra proposta estética a ser mencionada é a poesia concreta que, criada no final dos anos 50 pelos irmãos Augusto de Campos e Haroldo de Campos (1929-2003) e por Décio Pignatari, converge com o espírito despojado e moderno da bossa nova e da arquitetura de Niemeyer. Os poetas concretos pesquisavam a forma poética adequada ao mundo contemporâneo, encontrando-a em uma poesia mais visual e menos discursiva, já que a realidade do momento, segundo eles, exigiria objetividade e evitaria as soluções prolixas. Assim, o modernista revisitado pelos concretos foi Oswald de Andrade (1890-1954), a quem atribuíam precisão e objetividade.

Pode-se dizer que, a partir dessa perspectiva, a bossa nova deu certo, obtendo grande projeção fora do país, principalmente a partir do início da década de 1960, em que composições de seus integrantes foram gravadas nos Estados Unidos por músicos importantes no cenário do jazz, como Miles Davis e Gerry

FOTO ARQUIVO/AGÊNCIA O GLOBO

Mulligan, além de Ella Fitzgerald (1917-1996), Sarah Vaughan (1924-1990) e Herbie Mann (1930-2003). E em 1967 Tom Jobim gravou com Frank Sinatra (1915-1998), na Califórnia, o LP 'Francis Albert Sinatra & Antonio Carlos Jobim', em que a maior parte das composições que Sinatra interpreta são de autoria de Jobim. É importante também registrar que *Garota de Ipanema*, canção criada por Tom Jobim e Vinicius de Moraes em 1963, tornou-se, após a interpretação de Sinatra, não apenas conhecida como também extremamente popular em todo o mundo.

Mais que um estilo

A experiência da bossa nova trouxe também novidades interessantes em termos sociológicos, relativas à origem de classe e à profissionalização de seus artistas. Tradicionalmente, os músicos populares, principalmente os sambistas, salvo algumas exceções, eram figuras 'periféricas' que sobreviviam de biscates, fora do mercado de trabalho regular, e lidavam de maneira diletante com a criação de canções, que nasciam entre uma situação e outra de boemia noturna. Os compositores da bossa nova, contrariando essa tradição, eram em sua maioria jovens da Zona Sul carioca e de classe média que assumiram a profissão e a identidade de músicos.

Alguns, como Tom Jobim, tinham sólida formação musical, tendo iniciado seus estudos de piano com professores reconhecidos por experimentações vanguardistas e não afeitos, portanto, ao ensino convencional de conservatório, como Tomás Gutierrez de Terán (1896-1964), músico espanhol modernista radicado no Brasil, e Hans-Joachim Koellreutter (1915-2005), músico alemão que, refugiado do nazismo, aqui introduziu o dodecafonismo, técnica de composição criada pelo austríaco Arnold Schoenberg (1874-1951) na década de 1920 que rompe com o sistema tonal. Outros, como João Gilberto, vivenciavam o aprendizado musical sem as informações eruditas de Tom Jobim, procurando, entretanto, ao longo de sua trajetória, não apenas o aperfeiçoamento no uso do violão como também uma maneira diferente de tocá-lo.

E não há como não ressaltar a figura de Vinicius de Moraes, "poeta e diplomata", como ele mesmo se definia. A despeito de pertencer a uma geração anterior à dos músicos da bossa nova e de ter até então a sua poesia circunscrita ao domínio erudito, assumiu radicalmente a experiência de letrista de canções da bossa nova a partir de *Chega de saudade*, composição feita em parceria com Tom Jobim em 1958 e que consagrou o estilo. A música alcançou grande repercussão no ano seguinte, depois de gravada por João Gilberto, tornando-se uma espécie de hino da bossa nova.

A bossa nova faz 50 anos em 2008. Alguns acreditam que ela faz parte do passado, tendo, portanto, apenas valor histórico. Há quem diga, entretanto, que ela tem longo fôlego. Mais do que um estilo musical em si, a bossa nova seria acima de tudo uma proposta cultural que se atualiza constantemente, por se configurar ao mesmo tempo como música e como um processo bastante criativo de revitalizar tradições. Esse argumento talvez nos ajude a compreender o procedimento atual de jovens que, imbuídos de uma sensibilidade 'moderna', utilizam instrumentos acústicos ou equipamentos eletrônicos para incorporar o estilo bossa nova, do grupo francês Nouvelle Vague ao brasileiro Bossacucanova, da cantora Bebel Gilberto ao cantor e compositor Marcelo D2. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

NAVES, S. C. *Da bossa nova à tropicália*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2004.

MAMMI, L. 'Erudito/popular', in Márcia Paiva e Maria E. Moreira (Orgs.), *Cultura: substantivo plural*. Rio de Janeiro/São Paulo, CCBB/Editora 34, 1996.

MAMMI, L. 'João Gilberto e o projeto utópico da bossa nova', in *Novos Estudos*, nº 34, Cebrap, novembro de 1992.

CAMPOS, A. de. *Balanço da bossa*. São Paulo, Perspectiva, 1968.

NAVES, S. C. 'Os novos experimentos culturais nos anos 1940/50: propostas de democratização da arte no Brasil', in Jorge Ferreira & Lucília de A. N. Delgado (Orgs.), *O Brasil republicano. O tempo da experiência democrática: da democratização de 1945 ao golpe civil-militar de 1964* (v. 3). Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2003.

FOTO SAMUEL ELVACHAR/TYBA

Tom Jobim na praia do Arpoador, no Rio de Janeiro, em 1964

Metade esquerda de crânio de *Smilodon populator*, um tigre-dentes-de-sabre, mostrando dois incisivos, um canino e dois pré-molares: o terceiro e o quarto (este último é o 'carniceiro'). À direita, acima, percebe-se a 'calha' transversal na qual se articulava a mandíbula

O dente

A dentição dos animais extintos ajuda os cientistas a desvendar como os grupos diferentes surgiram e evoluíram ao longo da história da vida na Terra, pois o tipo e as características dos dentes fornecem informações preciosas. Além disso, devido à sua constituição resistente, em muitos casos só os dentes de animais extintos foram preservados até os dias atuais. O estudo da dentição de vários mamíferos já extintos que viveram na América do Sul mostra como esse grupo era diversificado e revela aspectos surpreendentes dessa fauna.

Cástor Cartelle
Curadoria de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Os primeiros mamíferos, segundo as evidências conhecidas, surgiram há cerca de 225 milhões de anos. Na América do Sul, sabemos que há 60 milhões de anos viviam ornitorrincos, que a primeira descoberta de um fóssil de macaco sul-americano (com 25 milhões de anos) ocorreu na Bolívia e que o mais antigo peixe-boi brasileiro habitou as costas do atual Pará há 12 milhões de anos. Esses animais foram identificados por seus dentes. Estes são freqüentes nos achados paleontológicos porque algumas substâncias que entram em sua constituição (dentina e esmalte) são as mais duras que os vertebrados são capazes de sintetizar.

adequado para cada um

As variações e adaptações nos dentes dos mamíferos, ao longo da evolução, são numerosas e surpreendentes. É como se a natureza lançasse mão de contínuas 'invenções' para facilitar e ampliar o que para todo ser vivo é essencial: sua dieta. A conformação dos dentes indica o cardápio possível das espécies: cascas de árvores, peixes, insetos, frutos, folhas, sementes, crustáceos, néctar, carne, grama e assim por diante. Para cada prato, mesmo os mais sofisticados ou inusitados, existe um tipo de dente. Alguns mamíferos até os 'dispensaram', em função de sua dieta bem diferente.

Muitos répteis têm todos os seus dentes quase idênticos, de formato cônico, e os usam para capturar ou estraçalhar os alimentos. Isso não acontece com grande parte dos chamados répteis mamaliformes, antecessores dos mamíferos: eles já mostravam modificações dentárias. Os mais primitivos tinham dentes ainda simples, quase sem variação (em cada espécie). Aos poucos, os pós-caninos (pré-molares e molares) tornaram-se mais alongados que os dentes característicos dos répteis.

Os dentes dos primeiros mamíferos já exibiam diferenças marcantes em relação ao padrão reptiliano, diferenciando-se para realizar variadas funções. Na frente da boca, os incisivos, estreitos e afilados, podiam morder, cortar ou destacar partes dos alimentos. Os caninos, adequados para perfurar ou rasgar, vinham em seguida. Situados mais atrás, os pré-molares e molares reduziam a comida a partículas menores antes de engoli-la, facilitando a digestão. Para isso, esses últimos dentes 'ganharam' saliências (ou cúspides) especializadas em esmagar, triturar ou picotar o alimento.

A evolução provocou nos dentes dos mamíferos múltiplas variações, adequando-os às mais diversas dietas. Houve como uma inflação de formas dentárias. Com isso, a alimentação, além de diversificada, tornou-se mais farta. Se todas as quase 5 mil espécies de mamíferos atuais comessem alimentos idênticos, a sobrevivência seria muito mais difícil.

Os primeiros mamíferos placentários, de acordo com o registro fóssil, tinham 44 dentes, divididos igualmente entre o maxilar superior e a mandíbula. Os da frente (incisivos e caninos) sofreram poucas modificações. Já os destinados à mastigação (pré-molares e molares) tornaram-se mais complexos ao longo do tempo. De início, exibiam três cúspides alinhadas, que logo se dispuseram em triângulo. Há 100 milhões de anos, após a fase dos mamíferos primitivos e já no caminho da evolução rumo aos representantes modernos do grupo, surgiram mais duas cúspides (atrás daquelas dispostas em triângulo), proporcionando maior eficiência na mastigação.

O conjunto dessas lentas alterações permitiu a diferenciação dos mamíferos em onívoros, herbívoros ou carnívoros, e em cada um desses grupos surgiu uma ampla gama de formas dentárias, além de diversificadas estratégias de comportamento para obter alimento. O cardápio dos mamíferos (iniciado por todos os filhotes, sem exceção, com o leite materno) tornou-se enormemente variado para os adultos, como revelam os exemplos apresentados a seguir.

O exemplo das lhamas

As lhamas migraram da América do Norte para a América do Sul por volta de 1,5 milhão de anos atrás. No território original elas se extinguiram há 10 mil anos, mas na nova área tiveram grande êxito adaptativo: hoje, guanacos, lhamas e vicunhas sobrevivem tanto nas planícies geladas da Patagônia quanto nas alturas dos Andes.

FOTOS DE C. CARTELLE

Figura 1. Dentes superiores da lhama *Palaeolama major*, espécie do tipo selenodonto extinta há 10 mil anos, nos quais se pode ver as cortantes cristas de esmalte (as bordas mais claras) em forma de crescente lunar

Sua distribuição, por algum tempo, incluiu parte do Brasil: pelo menos duas espécies – *Lama guanicoe* (a lhama atual) e *Palaeolama maior* (lhama extinta) – ocuparam regiões do Brasil intertropical há pouco mais de 10 mil anos. Acredita-se que ocorreu uma acentuada redução da temperatura nas áreas que esses animais habitualmente ocupavam no continente, tornando-as inabitáveis e impelindo-os a migrar, buscando refúgio em regiões de clima mais ameno, como o Brasil.

Lhamas e seus parentes próximos, os camelos e dromedários, são ruminantes. Eles comem vegetais que de início ficam armazenados em um dos compartimentos de seu estômago. Mais tarde, o animal devolve à boca bolos de alimento, para mastigá-lo pacientemente, em lenta e eficiente ruminação. Só então o alimento é engolido e levado a outro compartimento do estômago, onde começa de fato a ser digerido.

Os dentes das lhamas têm um feitio perfeito para a mastigação eficiente dos vegetais duros e grosseiros que ocorrem nas regiões habitadas por elas. Pré-molares e especialmente molares, os dentes destinados a esse trabalho, têm na superfície de mastigação projeções de esmalte em forma de lâminas, dispostas em arcos (figura 1). Como esses arcos sugerem um formato de crescente lunar, esse tipo de dente é denominado selenodonto – *Selene* é o nome dado à Lua pela mitologia grega.

O predador e seus 'sabres'

O tigre-dentes-de-sabre, felino extinto do gênero *Smilodon*, caçava das planícies da América do Norte até as da Argentina. Quase 50% mais robusto que uma onça-pintada (*Panthera onca*) atual, era um eficiente matador de campo aberto. À espreita, oculto na vegetação de gramíneas, partia veloz de encontro à presa, abatendo-a rapidamente com forte patada capaz de quebrar a coluna vertebral. A vítima, imobilizada, era morta com cortes no ventre ou na garganta produzidos pelos caninos afiados como facas (figura de abertura). Estes não se destinavam a abater a presa no ataque, pois eram frágeis lâminas de até 30 cm de comprimento, mas com apenas 1 cm de espessura, e mesmo um impacto mínimo contra um osso causaria sua fratura.

O último pré-molar superior (o quarto) (figura 2) e o primeiro molar inferior, ambos projetados, alongados e estreitos, cortavam como o fio de uma navalha. O lado externo do inferior encaixava-se no lado interno do superior como as lâminas de uma tesoura. O atrito entre ambos, enquanto a boca abria e fechava, desgastava as faces em contato, afiando continuamente esses dentes. Quanto mais velho o animal, mais cortantes eles eram. Esses dentes dos carnívoros (ainda presentes nos carnívoros atuais) são tão eficientes que são chamados de dentes 'carniceiros'.

Acionada por poderosos músculos, a mandíbula (figura 3) só podia realizar um movimento: o de abrir e fechar, não se deslocando para os lados ou para a frente. Isso acontecia porque as expansões ósseas (cilíndricas e transversais) situadas onde a mandíbula se articulava com o crânio encaixavam-se neste com perfeição, em concavidades semelhantes a calhas, o que só permitia o movimento vertical, sem qualquer desvio. Assim, os dentes 'carniceiros' mostravam um ajuste exato (como lâminas de tesoura) e eram capazes de realizar cortes limpos. Porções duras, como os ossos e tendões das vítimas, teriam para esses dentes a consistência de uma cenoura para uma faca.

Toxodontes e litopternos

Se pudéssemos contemplar um toxodonte pastando, talvez o confundíssemos com um rinoceronte. E nossa atenção seria atraída pela eficiência com que cortava a grama com seus dentes anteriores avantajados, os superiores verticais e os inferiores projetados como uma pá. Esses animais pertencem a um grupo de herbívoros sul-americanos já extintos, os notungulados, que teriam surgido há 65 milhões de anos.

Figura 2. Dois dentes carniceiros (quarto pré-molar) superiores de tigre-dentes-de-sabre, vistos pelo lado interno. O que apresenta desgaste mais intenso (à esquerda) pertenceu a indivíduo mais velho

Algum tempo depois, há 50 milhões de anos, alguns grupos de herbívoros sul-americanos passaram a mostrar uma novidade dentária: a hipsodontia. Os dentes hipsodontes crescem continuamente porque as raízes permanecem abertas durante toda a vida do animal. Transformação semelhante só ocorreria no hemisfério Norte 15 milhões de anos mais tarde. Esse novo dente seria uma resposta adaptativa ao aparecimento de um novo tipo de vegetação – as gramíneas. Tais plantas podem conter partículas minerais microscópicas (fitólitos), que provocam acentuado desgaste nos dentes de seus consumidores. Nesse caso, o crescimento contínuo dos dentes hipsodontes compensa o desgaste decorrente da dieta abrasiva.

Extinto há 10 mil anos, o toxodonte tinha dentes originais, diferentes dos de qualquer outro animal, fóssil ou atual. Além de grandes e de coroa alta, eram hipsodontes. Enquanto os dentes humanos, por exemplo, são totalmente cobertos por um duro esmalte, os dos toxodontes apresentavam, em toda a sua extensão, faixas de esmalte com larguras variáveis (figura 4), alternadas com outras sem essa substância, formadas apenas por dentina, material menos duro. O desgaste provocado pelo uso, por essa razão, era maior nas superfícies constituídas por dentina, e assim as afiladas faixas de esmalte projetavam-se em volta da superfície de mastigação como lâminas cortantes, muito eficientes para picotar o alimento. As gramíneas com fitólitos não eram problema.

Outro grupo, o dos litopternos, coexistiu com os notungulados, no tempo e no espaço. Entre as variadas tendências evolutivas desse segundo grupo destacam-se os macrauquenídeos, dos quais um dos últimos representantes foi o *Xenorhinotherium bahiense*, nome que significa 'animal de narinas estranhas da Bahia'. Tudo nele era diferente: o crânio tinha o tamanho do de um cavalo (embora mais estreito), o pescoço assemelhava-se ao de um camelo, o lombo era convexo, as patas robustas exibiam três cascos e as narinas abriam-se atrás dos olhos. É possível que esses animais tivessem uma pequena tromba, o que evitaria o incômodo de ter narinas apontando para cima. O *X. bahiense* é mais um representante de uma fauna peculiar de mamíferos que só existiu na América do Sul.

Figura 3. Mandíbula de tigre-dentes-de-sabre, mostrando, de cada lado, três incisivos, um canino, o quarto pré-molar e o primeiro molar ('carniceiro'). À direita, nas extremidades, estão as expansões ósseas transversais que permitiam uma perfeita articulação com o crânio, fazendo com que os dentes 'carniceiros' funcionassem como lâminas afiadas de tesoura

Seus dentes também eram estranhos, a começar pelo número. Enquanto nos demais grupos de mamíferos placentários a regra evolutiva foi a redução do número de dentes (44 nos mamíferos primitivos, 32 nos humanos atuais, 28 em alguns carnívoros, nenhum em algumas baleias e nos tamanduás), isso não ocorreu nos litopternos. Os primeiros tinham 44 dentes e, 65 milhões de anos depois, o último, *X. bahiense*, mantinha esse total. Além disso, seus dentes se desgastavam, porque não cresciam durante a vida adulta, ou seja, eles não repetiram a solução dos notungulados. Os dentes da frente, tanto em cima quanto embaixo, tinham a coroa em forma de 'pontas de flecha' cortantes. Portanto, eles podavam a grama com a eficiência de tesouras de jardineiro, sem precisar puxar, como fazem hoje as vacas.

Os dentes que serviam para a mastigação (os dois últimos pré-molares e os três molares de cada lado, totalizando 10

Figura 4. Superfície de mastigação dos dentes superiores (A) e inferiores (B) de *Toxodon platensis*. As bordas claras correspondem às cristas de esmalte e as áreas mais escuras são as bordas e áreas compostas apenas por dentina

Figura 5. Dentes superiores (em cima, com 'ilhas' de esmalte no interior da superfície de mastigação) e inferiores de *Xenorhinotherium bahiense*, mamífero com características peculiares que viveu no Brasil e foi extinto há 10 mil anos

em cima e 10 embaixo) tinham um aspecto curioso (figura 5). Os inferiores eram estreitos e alongados, ótimos para picotar o alimento, e encaixavam-se nos superiores, que apresentavam superfície de mastigação quadrangular, com um perímetro saliente de duro esmalte. Além disso, na dentina desgastada dessa superfície destacavam-se de dois a cinco tubos de esmalte, como ilhas arredondadas, de 0,5 cm de diâmetro, denominados infundíbulos. Os estreitos dentes inferiores comprimiam o alimento nessas saliências arredondadas e assim o moíam, em mais uma 'invenção' diferente na fauna sul-americana.

Roedores e xenartros

Os roedores são os mamíferos mais numerosos e cosmopolitas. Calcula-se que o alimento consumido por eles seria suficiente para eliminar a fome dos humanos. O maior dos roedores atuais é a capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*), do tamanho de um porco. Há 10 mil anos, porém, havia no território brasileiro uma 'capivara' quase três vezes maior, batizada de *Neochoerus sulcidens*. Mais surpreendente era o roedor que, há 10 milhões de anos, vivia na região onde hoje fica o Acre: *Phoberomys* era do tamanho de um rinoceronte!

O grande prejuízo que esse grupo de animais causa a depósitos humanos de alimentos pode ser atribuído não só a seu número, mas também à eficiência dos seus dentes. *Neochoerus*, a capivara extinta (figura 6), é um exemplo: além de incisivos recurvados e com afiado corte, esse animal tinha outros dentes com grande número (até 18) de estreitas faixas de esmalte, como lâminas, dispostas em seqüência e separadas por sulcos. Nesses animais, a peculiar articulação entre a mandíbula e o crânio permite que, durante a mastigação, efetuada por poderosos músculos, a mandíbula deslize para a frente e para trás. Com isso, a superfície de mastigação dos dentes inferiores esfrega ou fricciona a dos superiores, moendo o alimento que houver entre eles pela ação de vaivém dessas limas orgânicas – também de crescimento contínuo.

Os xenartros, outro grupo de mamíferos, foram – e ainda são – extraordinários animais. Os sobreviventes desse grupo são as preguiças arborícolas, os tamanduás e os tatus. Entre os parentes extintos estão gliptodontes, animais que podiam pesar quase duas toneladas e tinham o corpo coberto por espessa e rígida carapaça, com uma cauda que poderia ter longos espinhos; pampatérios, tatus gigantescos, com até 3 m de comprimento; e preguiças terrícolas (ver 'Preguiças terrícolas, essas desconhecidas', em *CH* 161). Em nenhum outro grupo de mamíferos a variedade de formas é tão grande.

Os dentes refletem a grande diversidade do grupo. Os tamanduás (figura 7), por exemplo, não os têm. Nos demais xenartros a tendência é a redução do número de dentes, todos de crescimento contínuo. A dentição exibe características desconcertantes em relação à de outros mamíferos: não há dentes na parte da frente da boca e os que ocorrem não têm esmalte, mas apenas dentina (de dois tipos, com dureza diferente). Esta é recoberta por fina camada de outra substância orgânica, denominada cimento.

A variedade de formato dos dentes desses animais também é imensa: ovais, triangulares, retangulares, semelhantes a um 'oito', sanfonados e outros. As superfícies de mastigação podem ser planas, em cunha, côncavas, convexas e com cristas laterais ou centrais. Em certos xenartros extintos, como a preguiça gigante *Eremotherium laurillardi*, a evolução da dentição ao longo da vida do animal pôde ser bem estudada, devido ao grande número de dentes fósseis encontrados (ver 'Encaixe em ziguezague').

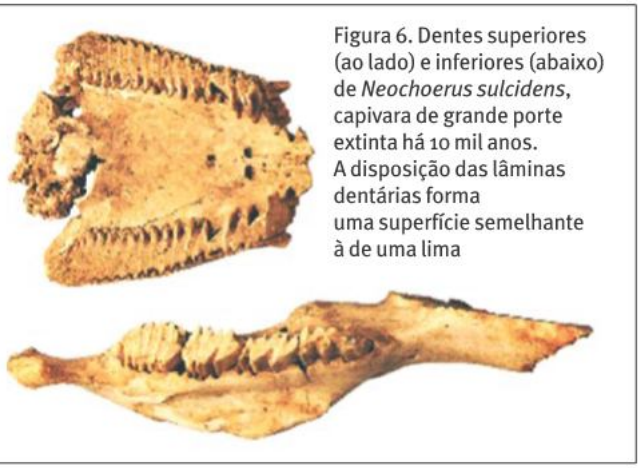


Figura 6. Dentes superiores (ao lado) e inferiores (abaixo) de *Neochoerus sulcidens*, capivara de grande porte extinta há 10 mil anos. A disposição das lâminas dentárias forma uma superfície semelhante à de uma lima

Figura 7. Crânio e mandíbula de exemplar atual de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Na superfície de contato entre as duas peças ósseas não há dentes, ausentes nesse animal

ENCAIXE EM ZIGUEZAGUE

Com volume semelhante ao de um elefante atual, a preguiça gigante *Eremotherium laurillardi* tinha 18 dentes, 10 superiores e oito inferiores, e nenhum deles na parte frontal, atrás do focinho. Nos adultos, esses dentes tinham entre 3 e 4 cm de lado e podiam chegar a 15 cm de comprimento, contando a raiz (figura 8). Em todos havia cinco lâminas de dentina com larguras diferentes, que percorriam o dente da superfície de mastigação à base. Três dessas lâminas, com dentina menos dura, ficavam na frente, no meio e na parte de trás do dente. Na mastigação, cada dente entrava em contato com dois opostos, e a fricção entre eles fazia com que as lâminas mais duras de um desgastassem as antagônicas mais moles, criando um encaixe em ziguezague capaz de cortar com eficiência os vegetais que compunham a dieta desses imensos seres.

Para estudar esses dentes, no Laboratório de Paleontologia do Museu de Ciências Naturais da PUC-MG, examinamos cerca de 500 deles, pertencentes a animais de diferentes faixas etárias. Os filhotes nasciam com dentes cônicos e já com desgaste no ápice, pois desenvolviam o hábito de mastigação no útero materno. Com o aumento da idade, os dentes cresciam em tamanho e formavam-se as cristas transversais (correspondentes às duas lâminas de dentina dura) nas superfícies de mastigação. O volume do dente também aumentava aos poucos até atingir o máximo, quando o crescimento passava a repor apenas a parte desgastada. Nesse estágio, a raiz dos dentes era mais estreita que a parte aparente, ao contrário de quando o animal era filhote (figura 9) – há autores que, por desconhecer esse fato, atribuíram dentes de jovens a adultos e pensaram, erroneamente, ter descoberto preguiças terrícolas anãs.

Figura 8. Porção de crânio e mandíbula da preguiça gigante *Eremotherium laurillardi*, extinta há 10 mil anos, mostrando que não há dentes na região correspondente ao focinho (à direita). O desgaste em forma de ziguezague ocorria porque há dois tipos de dentina: a mais dura, disposta em duas cristas, desgastava a mais mole

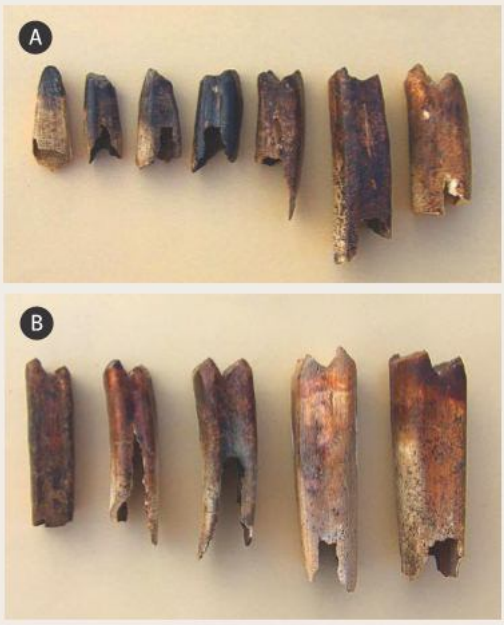


Figura 9. Crescimento dos molariformes da preguiça gigante *Eremotherium laurillardi* – dentes de animais muito jovens (A) e de animais adultos (B). Nos dois casos, os dentes estão dispostos por ordem de idade, da esquerda para a direita

SUGESTÕES PARA LEITURA

CARTELLE, C. *Tempo passado. Mamíferos do Pleistoceno em Minas Gerais.* Belo Horizonte, Ed. Palco/Acesita, 1994.

CARTELLE, C. & DE IULIIS, G. '*Eremotherium laurillardi* (Lund) (Xenarthra, Megatheriidae), the panamerican giant ground sloth: taxonomic aspects of the ontogeny of skull and dentition', in *Journal of Systematic Paleontology*, v. 4, p. 199, 2006.

PAULA COUTO, C. *Tratado de paleomastozoologia.* Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1979.

Humanos: sem mudanças

Os humanos (espécies do gênero *Homo*) surgiram na história da vida há 2,5 milhões de anos, mas por muito tempo a humanidade provavelmente não passou de um grupelho refugiado em um canto da África. Mínimas foram as mudanças ocorridas nos dentes, ao longo da evolução humana. Os dos primeiros humanos, os de Luzia (a mais antiga brasileira, que viveu há 11,5 mil anos), e os nossos praticamente são idênticos. Os pré-molares e molares, dentes que usamos para mastigar, são denominados bunodontos (o termo grego 'bounos' significa colina ou saliência arredondada), sendo especializados no consumo de ampla variedade de alimentos, dos grãos de arroz aos fartos nacos de carne de um churrasco gaúcho.

Os humanos são onívoros desde o começo de sua história e estão preparados para o consumo de alimentos de origem vegetal e animal. A freqüente afirmativa de que 'cientificamente' os integrantes do gênero *Homo* seriam vegetarianos não coincide com o registro fóssil. Sempre fomos onívoros e, ao que parece, esse regime alimentar não foi desfavorável: o *Homo sapiens* é o megamamífero mais numeroso na face da Terra. A escolha da dieta é uma opção pessoal, mas alegar razões científicas para excluir esse ou aquele alimento contraria o que revelam os dentes fósseis de nossos antepassados. ■

Um novo

Em 1911, o físico Heike Kamerlingh-Onnes (1853-1926), trabalhando em seu laboratório, em Leiden (Holanda), mediu a resistividade de metais em baixíssimas temperaturas. O resultado foi surpreendente. Ao atingir 4,2 Kelvin (269 graus Celsius negativos), a resistência elétrica de um fio de mercúrio caiu subitamente a zero. Pela primeira vez, o ser humano observava uma corrente elétrica fluir sem dissipar calor. Estava descoberta a supercondutividade.

A explicação teórica para o fenômeno levaria quase meio século. Hoje, 50 anos depois, a teoria, conhecida como BCS, é uma das mais fascinantes da física, sendo aplicada também à superfluidez, na qual a matéria escoa praticamente sem atrito.

Por anos, os pesquisadores debruçaram-se sobre esses dois fenômenos. Porém, em 2003, uma nova surpresa: foi proposto teoricamente um novo tipo de superfluidez, no qual parte das partículas – diferentemente do que ocorre no fenômeno convencional – 'dançavam' sem pares.

A superfluidez com pares quebrados, como foi batizada, ganhou grande repercussão na comunidade científica internacional. Dois físicos brasileiros deram uma contribuição importante para o entendimento desse novo estado da matéria. Nas próximas páginas, o leitor vai conhecer um pouco mais sobre esses superfenômenos.

Heron Caldas
Departamento de Ciências Naturais,
Universidade Federal de São João del-Rei (MG)

estado da matéria

A superfluidez com pares separados

Nos últimos 50 anos, surgiram várias teorias que empregam um mecanismo semelhante ao da BCS para explicar a formação de pares, em analogia com o fenômeno da supercondutividade, na qual a eletricidade é conduzida sem resistência e, conseqüentemente, sem dissipação de calor por meio do efeito Joule. Esse efeito, que explica o aquecimento de condutores ao serem percorridos por uma corrente (como ocorre no ferro e chuveiro elétricos, por exemplo), é uma homenagem ao físico britânico James Joule (1818-1889).

Essas teorias foram aplicadas não só à matéria comum (por exemplo, o mercúrio empregado por Onnes), mas também a outros sistemas físicos, como o núcleo atômico, aos *quarks* (constituintes dos prótons e nêutrons) e a gases formados por átomos mantidos a baixíssimas temperaturas.

Desses três exemplos, o último deles tem sido motivo de diversas conferências internacionais e centenas de publicações científicas. Seu entendimento teórico tornou-se de fundamental importância, pois foram desenvolvidas recentemente técnicas experimentais extraordinárias para lidar com esses dilutos gases em laboratório e para observar seu estado de mais baixa energia, de forma que esses estados podem até ser vistos e fotografados. Voltaremos a falar sobre isso mais adiante.

Antes disso, porém, vale discutir um ponto essencial para entender não só a teoria BCS, mas também os fenômenos explicados por ela. São os chamados pares de Cooper (de Leon Cooper, o 'C' de BCS, sendo o 'B' de John Bardeen (1908-1991) e o 'S' de John Schrieffer). Primeiro, é preciso dizer que esses pares podem ser formados por partículas com carga elétrica (elétrons, na supercondutividade) ou neutras (no caso dos gases de átomos ultrafrios, como mencionamos acima). Para entender um pouco mais das propriedades desses pares, será preciso discutir brevemente como os físicos classificam as partículas e quais as principais propriedades de cada um desses grupos.

FOTO GRUPO KEYSTONE

ILUSTRAÇÃO FARIDA ZAMAN/ GETTY IMAGES

Figura 1. Representação artística que pode ser imaginada como um par de Cooper, formado por um férmion com *spin* 'para cima' e outro com *spin* 'para baixo'

Aglomerados e anti-sociais

Hoje, a física conhece centenas de partículas. Porém, todas elas podem ser divididas em dois grupos: i) o dos bósons e ii) o dos férmions. Os elétrons pertencem a este último. Uma analogia interessante feita sobre esses dois tipos de partículas é a seguinte: enquanto os bósons têm uma tendência enorme a 'aglomerar'-se (como ocorre em alguns gases atômicos ultrafrios), os férmions preferem manter-se 'afastados' uns dos outros. A explicação para este último caso é vista ainda no ensino médio: o chamado princípio da exclusão de Pauli (homenagem ao físico austríaco Wolfgang Pauli, 1900-1958) afirma que dois férmions (em geral, o exemplo mais citado é o dos elétrons) não podem ocupar simultaneamente o mesmo estado quântico (podemos pensar que eles evitam convergir para um mesmo 'local').

Apesar desse comportamento 'anti-social', os férmions tendem, no caso dos fenômenos explicados pela teoria BCS, a agrupar-se na forma de pares, e assim, de certa forma, passam a se comportar como bósons (os físicos dizem que ocorre a 'bosonização' dos férmions). No caso da supercondutividade, os elétrons formam pares somente se a amostra atingir um valor abaixo de certa temperatura (a temperatura crítica ou simplesmente Tc). Acima dela, o fenômeno da supercondutividade ou não se manifesta, ou é destruído (ou seja, a amostra comporta-se como um condutor convencional, dissipando calor com a passagem da corrente por ela).

Na supercondutividade, cada elétron de um par de Cooper deve necessariamente ter *spins* contrários. O *spin* é uma propriedade típica do mundo microscópico dos átomos e de suas partículas subatômicas, e não existe nada semelhante no universo macroscópico de nosso cotidiano. No entanto, para nossos propósitos aqui, ele pode ser imaginado como algo próximo à rotação em torno de um eixo central. Assim como em um pião, esse movimento pode ocorrer tanto em sentido horário quanto anti-horário (no caso do *spin*, os físicos preferem dizer 'para cima' e 'para baixo'). A representação artística da figura 1 pode ser comparada a um par de Cooper.

A característica mais marcante dos pares de Cooper, no entanto, é o fato de eles fluírem sem resistência elétrica nos sólidos e serem, por essa razão, chamados supercondutores.

Quinto estado da matéria

Materiais supercondutores têm sido amplamente utilizados. Entre essas aplicações, está a construção de eletroímãs capazes de produzir campos magnéticos de alta intensidade para uso em medicina (ressonância magnética) e na física (nos aceleradores de partículas). No entanto, o fato mais intrigante sobre a supercondutividade não é nem a mera formação de pares de Cooper, nem a condução de corrente sem resistência elétrica, mas sim a subseqüente condensação desses pares, conhecida como condensação de Bose-Einstein (CBE), que é, na verdade, um gás de átomos ultrafrios, apresentado no início deste artigo.

Um CBE é, por vezes, denominado quinto estado da matéria, por ter propriedades que o diferem dos sólidos, líquidos, gases e do plasma (este último, uma 'sopa' quentíssima de partículas em que os elétrons estão dissociados de seus núcleos). O CBE foi previsto a partir de artigos do físico indiano Satyendra Bose (1894-1974), em 1924, bem como do físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955), no ano seguinte.

Em um condensado de Bose-Einstein, os átomos bosônicos são resfriados a temperaturas próximas ao zero absoluto (ou seja, próximas a 273,15 graus Celsius negativos). Nessas condições, uma grande porção dos átomos colapsa em um único estado quântico, todos tendendo ao nível de energia acessível mais baixo possível. O impressionante nesse fenômeno subatômico é que ele pode ser observado (e fotografado) em escala macroscópica.

O leitor atento deve estar perguntando-se: li acima que a supercondutividade é formada por férmions. Como pode então haver condensação de Bose-Einstein com os pares de Cooper? Pergunta, sem dúvida, interessante.

Os elétrons que formam os pares supercondutores são proibidos de condensarem sozinhos (ou seja, quando não estão emparelhados), porque são férmions. De fato, o princípio da exclusão de Pauli, mencionado acima, proíbe isso. No entanto, quando férmions de *spins* contrários se atraem e se emparelham, formam objetos bosônicos compostos (que têm uma 'tendência natural' à aglomeração, como já dissemos). Outra representação artística está na figura 2. Quando a temperatura é suficientemente baixa, esses bósons compostos condensam-se, e um superfluido é produzido.

ÁREA É CELEIRO DE NOBEL

A importância dos temas ligados à supercondutividade e à superfluidez, explicados pela teoria BCS, reflete-se na quantidade de prêmios Nobel concedidos diretamente relacionados ao tema. E também na rapidez e nos recordes associados ao recebimento deles.

Onnes, que descobriu a supercondutividade em 1911, recebeu o Nobel dois anos depois. Bardeen ganhou seu segundo Nobel em 1972, pela teoria da supercondutividade, tornando-se assim a única pessoa até hoje a receber dois Nobel em Física. O primeiro, em 1956, foi pela descoberta do efeito transistor, com os norte-americanos William Shockley (1910-1989) e Walter Brattain (1902-1987).

Em 1986, o físico alemão Georg Bednorz e o físico suíço Alex Mueller descobriram o primeiro supercondutor a altas temperaturas (conhecidos pela sigla SCAT), que têm temperatura crítica alta se comparada à dos supercondutores convencionais, cujo recorde atual é de aproximadamente 135 graus Celsius negativos. Os dois receberam o Nobel em Física um ano depois da publicação do artigo que anunciou a descoberta experimental. Foi o reconhecimento mais rápido da história dessa premiação.

O curioso é que a maioria dos SCAT é má condutora de eletricidade em temperatura ambiente, o que faz com que eles sejam utilizados como isolantes em linhas de transmissão elétrica de alta voltagem. Passados 21 anos da descoberta, não há uma teoria que descreva ou explique satisfatoriamente os SCAT.

Gás ultrafrio

Vamos falar um pouco mais sobre a superfluidez. Um superfluido é um fluido que escoa praticamente sem atrito interno (ou seja, tem baixa viscosidade) e conduz calor de forma muito eficiente, quando atinge temperaturas muito baixas (próximas ao zero absoluto). O elemento químico hélio, em estado líquido, exibe esse fenômeno, que é análogo à superfluidez apresentada pelos condensados de Bose-Einstein 'armadilhados'. Para se ter uma idéia da superfluidez, se pingássemos algumas gotas de hélio líquido no interior de um recipiente (um copo, por exemplo), elas subiriam por suas paredes. Se fizéssemos o mesmo com gotas de água, elas praticamente ficariam restritas ao local em que caíram.

Desde a previsão teórica do condensado de Bose-Einstein, foram necessários 70 anos para a 'criação' desse fenômeno em laboratório. O primeiro condensado puro foi produzido, em 1995, pelos físicos norte-americanos Eric Cornell e Carl Wieman, da Universidade do Colorado (Estados Unidos). Eles utilizaram um gás formado por átomos de rubídio resfriado a uma temperatura inferior a 170 bilionésimos de Kelvin (que correspondem a 103,15 bilionésimos de grau Celsius negativos). Independentemente, o CBE foi obtido pelo físico alemão Wolfgang Ketterle, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), também nos Estados Unidos, empregando átomos de sódio. Pelos feitos, o trio ganhou o Nobel de Física em 2001. O Brasil recentemente criou um CBE (ver 'Condensado nacional', em *CH* 242).

Uma conseqüência direta dessas realizações é que, nos últimos 12 anos, experimentos com átomos ultrafrios têm sido usados, de modo sem precedentes na história da física, para testar previsões da mecânica quântica (teoria que descreve os fenômenos no mundo extremamente diminuto das moléculas, dos átomos e das partículas subatômicas), bem como para explorar o que é chamado pelos físicos de fenômenos de muitos corpos, como a supercondutividade e a superfluidez.

Figura 2. Os férmions com *spins* contrários que formam um par de Cooper perderam suas identidades individuais. Os pares comportam-se agora, efetivamente, como bósons, que podem se aglomerar

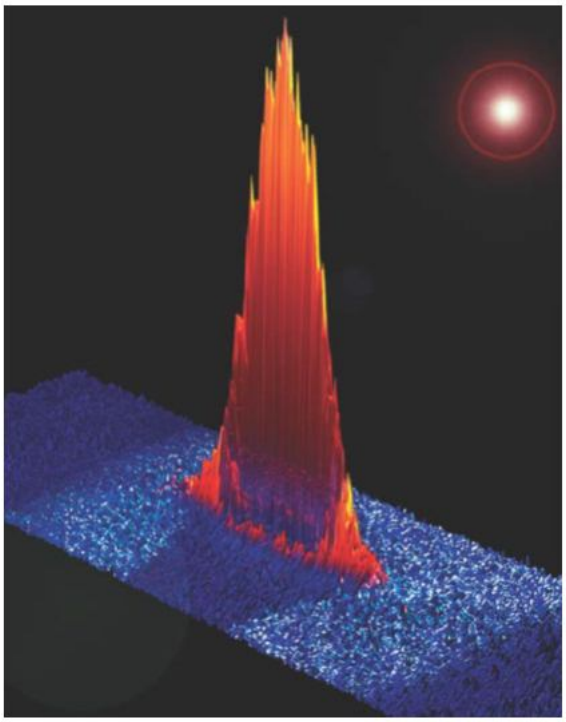


Figura 3. Representação de imagem bidimensional da separação de fases em uma 'nuvem' de átomos de lítio-6. A região central da 'cauda' vermelha e semitransparente é formada por átomos totalmente emparelhados. Os picos em vermelho opaco, de cada lado e em volta da base, são os átomos excedentes, não emparelhados. A luz ao fundo é uma representação do *laser* de prova utilizado na captura dessa imagem

G. PARTRIDGE E R. HULET/UNIVERSIDADE RICE. BASEADA EM DADOS DE G. PARTRIDGE, W. LI, R. KAMAR, Y. LIAO E R. HULET/*SCIENCE*, V. 311, N. 5.760, PP. 503-505 (2006).

Sem parceiros

Em 2003 outra surpresa (agradável). O volume 90 (página 0470020) da prestigiosa revista científica *Physical Review Letters* trazia um artigo assinado por um pós-doutorando no MIT, o físico chinês Wensheng Liu, e o físico norte-americano Frank Wilczek (ganhador do prêmio Nobel de Física em 2004, juntamente com David Gross e David Politzer). Nele, os autores propuseram um novo fenômeno: a chamada superfluidez com pares quebrados (tradução, do inglês, para *breached-pair superfluidity*).

Esse novo tipo de superfluidez seria formado por um gás de átomos neutros – porém, fermiônicos – emparelhados. No entanto, a diferença crucial, tanto com a supercondutividade quanto com o condensado de Bose-Einstein, era que esse superfluido continha também átomos não emparelhados. E isso impressionou seus propositores.

Os resultados teóricos indicavam que, naquela situação, átomos emparelhados e não emparelhados estariam misturados de forma homogênea, ainda assim dotando a matéria de superfluidez.

Um novo estado da matéria? Sim, podemos imaginá-lo assim; um estado em que a matéria é assimétrica. Vejamos por quê.

Nesse novo estado, há mais férmions de um tipo que do outro (ou seja, há um desequilíbrio entre o número de férmions com *spin* para cima e aqueles com *spin* para baixo). Portanto, alguns deles necessariamente irão ficar sozinhos, sem formar pares. Daí vem o termo 'assimétrica'.

A grande repercussão na comunidade científica internacional desse novo estado de matéria fermiônica ocorreu porque, do ponto de vista de aplicação tecnológica, ele teria propriedades fascinantes. Para citar um entre alguns exemplos possíveis: uma amostra de matéria contendo elétrons e dotada desse tipo de superfluidez iria comportar-se, ao mesmo tempo, como um supercondutor e como um condutor convencional (fio de cobre, por exemplo) de eletricidade.

Baile estudantil

Quais as conseqüências da assimetria no número de candidatos à formação de pares para o comportamento da matéria? Essa é uma pergunta que tem despertado grande interesse dos teóricos da área, que vêm estudando essa questão, por exemplo, em supercondutores com propriedades magnéticas e mesmo na matéria densa e fria que forma o núcleo das estrelas de nêutrons (neste último caso, são alguns *quarks* que não encontram parceiros para formar pares).

Vamos reproduzir aqui uma analogia usada por Wilczek para explicar o que seria a superfluidez com pares quebrados. Imagine que, em um baile estudantil, há mais moças (representando férmions de *spin* para baixo) que rapazes (*spin* para cima). A questão que surge é a seguinte: as moças sem parceiros... a) formariam um tipo de círculo em torno de todos os casais que estão dançando (criando assim uma fase distinta, apenas com átomos não emparelhados)? ou b) iriam se misturar a todos os casais que estão dançando no salão (dessa forma, todo o sistema estaria constituindo uma fase indistinguível, isto é, homogênea)?

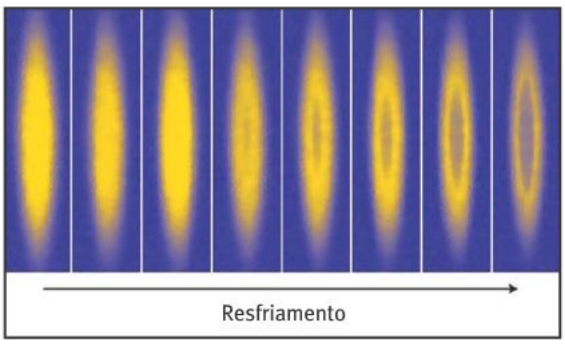


Figura 4. Em um sistema assimétrico, com a diminuição da temperatura (representada na figura pela seta da esquerda para a direita) pode-se observar o aparecimento de uma área escura no centro de cada imagem, onde se encontra uma fase superfluida uniforme, rodeada pelo excesso de átomos desemparelhados, que formam a fase normal

Y. SHIN E W. KETTERLE/MIT. BASEADA EM DADOS DE Y. SHIN, M. ZWIERLEIN, C. SCHUNCK, A. SCHIROTZEK E W. KETTERLE/*PHYS. REV. LETT.* 97, 030401 (2006).

A resposta veio do laboratório. Dois grupos experimentais independentes, nos Estados Unidos, um do MIT e outro da Universidade Rice, no Texas, observaram a separação de fases. Os dois grupos usaram uma mistura com diferentes números de átomos de lítio-6 com *spin* para cima e *spin* para baixo, para verificar experimentalmente que a resposta para a questão é a alternativa 'a'. (Os átomos de lítio-6 são férmions, pois têm um número ímpar de nêutrons, prótons e elétrons; o algarismo 6 representa o total de prótons e nêutrons no núcleo desse elemento.) A separação entre as fases superfluida e normal, que representa o estado de mais baixa energia da matéria fermiônica assimétrica, pode ser ilustrada como na foto de abertura deste artigo. Nela, os casais dançando no centro do salão representam os pares de Cooper que formam o superfluido. O excesso de candidatos à formação de pares está fora da região central ocupada pelos pares.

Nos experimentos, os átomos de lítio-6 são resfriados por *lasers*, aprisionados em 'armadilhas' magnéticas e, em seguida, resfriados mais ainda, por evaporação (como acontece com o café quente em uma xícara), utilizando-se técnicas sofisticadas e engenhosas, que não vamos aqui mencionar. A figura 3 mostra, de forma bem nítida, a separação de fases 'fotografada' no laboratório dirigido por Randall Hulet, da Universidade Rice (Estados Unidos).

Moças sozinhas

Na superfluidez com fases separadas, quando a assimetria entre as espécies de átomos com *spin* para cima e *spin* para baixo não é extraordinariamente grande, existe também uma temperatura crítica, como na supercondutividade. Acima dela, todos os átomos fermiônicos estão no estado normal; abaixo, há separação de fases. O sistema aprisionado separa-se nas fases superfluida (todos emparelhados) e normal (átomos não emparelhados), como pode ser visto na figura 4. Essa separação, no entanto, é sutil: se o desequilíbrio entre as espécies atingir certo valor crítico, o sistema não suporta mais essa separação, e todo ele 'pula' para a fase normal, mesmo se a temperatura atingisse o zero absoluto (o zero absoluto, na prática, é inatingível, pois nessa temperatura, o movimento dos átomos simplesmente pararia). Essa segunda transição de fases que acabamos de descrever, que é induzida não pela temperatura, mas sim pelo desequilíbrio entre o número de espécies com *spin* para cima e *spin* para baixo, não existe na supercondutividade convencional, na qual se tem sempre o mesmo número de férmions com os dois tipos de *spins*.

CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA AO TEMA

No trabalho de pós-doutorado do autor deste artigo, no Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (LBL), na Califórnia (Estados Unidos), foram estudados sistemas superfluidos assimétricos. Esses trabalhos mostraram que, na teoria proposta inicialmente por Liu e Wilczek, a superfluidez com pares quebrados não era estável. Eles foram feitos em colaboração com o físico brasileiro Paulo Bedaque – na época, no LBL, e, atualmente, na Universidade de Maryland (Estados Unidos) – e com o físico indiano Gautam Rupak – na época, também no LBL, e, hoje, na Universidade Estadual do Mississipi (Estados Unidos).

Bedaque, Caldas e Rupak propuseram a seguinte explicação: na matéria fermiônica em desequilíbrio haveria uma mistura (ou coexistência) de fases, uma superfluida e outra normal, ou seja, os átomos emparelhados estariam separados dos não emparelhados. A proposta fui publicada na *Physical Review Letters* (v. 91, 247002, 2003).

Meses depois, Wilczek e seu grupo sugeriram, no mesmo periódico, uma nova versão da teoria (v. 94, 017001, 2005), com modificações que, segundo eles, garantiriam a estabilidade do estado com pares quebrados.

A história chegou à mídia e pode ser lida em http://focus.aps.org/story/v15/st1. A separação de fases proposta por Bedaque, Caldas e Rupak foi aquela observada experimentalmente pelos grupos do MIT e da Universidade de Rice, como descrito no artigo.

Voltando à nossa analogia, seria como se os casais conseguissem ficar unidos em pares, dançando em um círculo no centro do salão, enquanto o número de mulheres excedentes em torno deles não fosse muito grande. Caso a quantidade de 'moças sozinhas' aumentasse muito, uma transição de fase quântica (abrupta e não suave como ocorre com a água, quando esta passa da fase líquida para a gasosa) aconteceria, resultando na separação dos pares dançantes. Nessa situação, o sistema passa a se comportar como um fluido no estado normal.

Bela e bem-sucedida

Por fim, devemos mencionar que, além da superfluidez com pares quebrados, outras propostas de fases exóticas para sistemas formados por férmions em desequilíbrio foram apresentadas na literatura. Mas nenhuma delas foi observada experimentalmente até o presente.

Os avanços teóricos, bem como as recentes observações experimentais da superfluidez em matéria fermiônica em desequilíbrio, são mais um exemplo de aplicação do ainda atual mecanismo de formação de pares da teoria BCS, uma das mais belas, completas e bem-sucedidas teorias da física. E que acabou de completar 50 anos! ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

ANNETT, J. F. *Superconductivity, Superfluids, and Condensates* (Oxford: Oxford University Press, 2004).

TROPER, A. 'A supercondutividade'. In: *CBPF – na vanguarda da pesquisa*. Disponível em formato PDF em www.cbpf.br, no item 'Revista do CBPF' em 'Divulgação'.

BAGNATO, V. S. 'A condensação de Bose-Einstein'. In: *Ciência Hoje* nº 111 (1995).

Na internet (em inglês):
http://atomcool.rice.edu/
http://www.rle.mit.edu/cua/new/cua2.asp
http://jilawww.colorado.edu/bec

INVASÃO DE PL

Entre os vários poluentes que ameaçam o ambiente marinho estão os plásticos. Eles chegam hoje aos oceanos em diferentes formas, desde produtos finais, como fios, sacos e garrafas, até grânulos (chamados tecnicamente de pellets*). Os grânulos plásticos, esferas de 1 a 5 mm de diâmetro, de cores variadas, são a forma básica de comercialização dessa matéria-prima. Eles são liberados na natureza quando ocorrem perdas nos processos de produção, transporte ou uso, e alcançam os oceanos, depositando-se em grande quantidade nas praias e causando impactos estéticos, econômicos e ambientais.*

Alexander Turra
Departamento de Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo
(turra@io.usp.sp)
Auro Maluf
Instituto Costa Brasilis
Aruanã Bittencourt Manzano
Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo

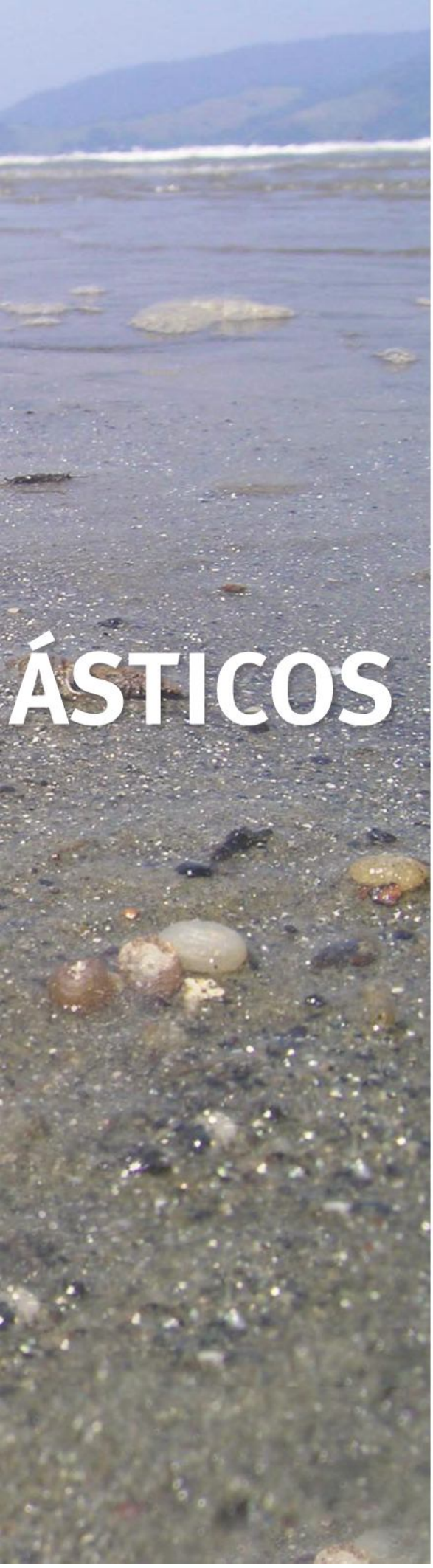


FOTO DE A. TURRA

ÁSTICOS NOS OCEANOS

Durante muito tempo acreditou-se que a vastidão dos oceanos seria capaz de anular todas as agressões provocadas por ações humanas. Uma série de fenômenos recentes, porém, modificou esse modo de pensar, e hoje existe em todo o mundo uma extrema preocupação com o ambiente marinho, cuja importância tem sido amplamente difundida e discutida, já que ali está contida a quase totalidade (97%, contando os mares internos salgados) da água do planeta.

Entre as principais causas dos problemas ambientais observados nos oceanos estão os resíduos provenientes de atividades humanas. Esses resíduos causam impactos variados e têm origem tanto na terra quanto nos próprios mares. Um dos itens poluidores que trazem maior preocupação são os materiais plásticos. Já em 1975, a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos estimou que apenas as fontes de poluição oceânicas (embarcações militares, comerciais, de pesca, de transporte de passageiros e de recreação) lançavam anualmente cerca de 7 milhões de toneladas de lixo no mar. Esse lixo inclui lixo orgânico e cargas sólidas (metais, vidro,

Na linha d'água da praia, em Santos (SP), os grânulos plásticos dividem espaço com os banhistas

FOTO DE A. TURRA

Figura 1. Os grânulos plásticos produzidos na indústria petroquímica apresentam grande variedade de cores e formas e têm tamanho em geral entre 1 e 5 mm

borracha, papel e outros materiais). O mesmo estudo estimou que os plásticos compunham cerca de 8 mil toneladas desse lixo. Já o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) calcula que 46 mil partículas de lixo plástico flutuem em cada 2,5 km^2 dos oceanos. Cerca de 80% desse total chegam ao mar levados por ventos, pelo escorrimento da água das chuvas e por esgotos e rios, e 20% são lançados diretamente por embarcações.

Os plásticos estão distribuídos virtualmente por toda a sociedade moderna e seu uso continua a se expandir para novas áreas e a se intensificar. Nas últimas décadas o plástico foi uma das matérias-primas que apresentaram maior aumento de produção, com destaque para os Estados Unidos, onde essa produção passou de 2,9 milhões de toneladas, em 1960, para 21,7 milhões em 1985. O material plástico é durável, leve, barato e pode ser transformado em produtos de várias formas, tamanhos e com diferentes propriedades funcionais. Nos Estados Unidos, no início da década de 1990, cada indivíduo utilizava em média 90 kg de plástico por ano, sob a forma de garrafas, utensílios domésticos, tecidos, brinquedos e embalagens variadas (para o Brasil, estimava-se que, em 1998, esse uso atingiria 20 kg anuais, e a tendência era de aumento rápido). Só nos Estados Unidos eram produzidas, em 1992, cerca de 28 milhões de toneladas de material plástico, segundo estudos da Agência Ambiental daquele país (EPA).

A abundância de produtos plásticos tem criado sérios problemas ambientais. A lenta degradação natural da maioria dos plásticos e a toxicidade dos gases produzidos durante sua incineração são algumas das dificuldades encontradas para a solução desse impasse. Os plásticos não degradam rapidamente no ambiente porque são resistentes ao calor, ao ar e à água. Segundo especialistas, alguns plásticos podem durar centenas de anos. Além disso, a degradação provocada pela ação das radiações solares transforma os plásticos em partículas cada vez menores, mas todas mantêm as características originais – continuam sendo plásticos. Por essas razões, a quantidade desse resíduo nos oceanos cresce continuamente.

Impacto ambiental e econômico

A matéria-prima plástica deriva do petróleo, substância formada por uma mistura complexa de compostos químicos denominados hidrocarbonetos. A indústria básica de plásticos separa moléculas simples (monômeros) a partir dos hidrocarbonetos e então as une, gerando moléculas maiores e mais complexas, os polímeros (ou resinas). Estes são produzidos em forma de grânulos e flocos ou em pó, para facilitar o transporte e a utilização posterior, e levados em grandes quantidades para indústrias de produtos finais, onde são transformados em bens de consumo.

Os grânulos plásticos também são conhecidos como lágrimas de sereias. Podem ter forma esférica, ovóide ou cilíndrica, ter 1 a 5 mm de diâmetro e ser esbranquiçados, transparentes ou coloridos, o que depende de sua composição química e de seu propósito final (figura 1). Os grânulos mais comuns são os de materiais derivados do propileno e do etileno (hidrocarbonetos mais simples), como polipropileno, polietileno, poliuretano e poliéster (usados em frascos, garrafas, sacos e bolsas, embalagens, eletroeletrônicos, brinquedos, calçados, utensílios domésticos, fios, tecidos, telas, canos, peças mecânicas e muitas outras aplicações).

Estima-se que um quatrilhão de grânulos plásticos foram produzidos a cada ano, só nos Estados Unidos, no início da década de 1990. Além da quantidade produzida, foram adicionados aos grânulos (misturados ou ligados quimicamente) compostos que alteram suas propriedades estéticas (cor e forma) e físicas (resistência térmica e dureza), ou características relacionadas com o processamento posterior (porosidade, por exemplo). Os aditivos apenas misturados com o polímero são em geral removidos (ou lixiviados) com maior facilidade, enquanto os incorporados quimicamente só são liberados se o plástico for degradado por processos químicos.

Dependendo de sua densidade, os grânulos flutuam na superfície do mar, ficam suspensos na coluna d'água ou afundam e permanecem no assoalho oceânico. Essa densidade, por sua vez, depende dos tipos de polímero que compõem os plásticos, dos aditivos usados para alterar suas características e da densidade da água na área em que são lançados. Muitos dos aditivos são tóxicos, em diferentes níveis, e seus efeitos podem ser graves, já que podem ser assimilados por variados organismos aquáticos que ingerem acidentalmente os grânulos.

A ingestão de grânulos plásticos por animais costeiros e marinhos, seja por acidente ou quando são confundidos com algas, ovos e larvas, ou mesmo com organismos de pequeno porte, implica sérios riscos. Eles podem causar bloqueio intestinal, reduzir a absorção de nutrientes ou ainda criar falsa sensação de saciedade em animais, como peixes e aves, reduzindo a busca por alimento e levando-os à morte por inanição.

Estudos no Havaí (Estados Unidos) indicaram que 16 das 18 espécies de aves marinhas locais ingerem plástico e que 70% dessa ingestão é composta por grânulos flutuantes. Além disso, os polímeros plásticos funcionam como veículos para alguns compostos tóxicos que não se dissolvem na água do mar, como o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), bifenil-policlorado (PCB) e monofenóis. Essas substâncias aderem aos grânulos (levando a uma acumulação que pode alcançar um milhão de vezes o nível que normalmente apresentam quando dispersas na água), de forma que sua ingestão pode acarretar problemas hormonais nos organismos marinhos que os consomem e, indiretamente, em humanos (já que muitos desses organismos, em especial os peixes, são comuns na dieta humana). Os grânulos também têm impactos econômicos, pois podem entupir sistemas de resfriamento de motores de embarcações – no Japão, estima-se que esse problema cause prejuízos anuais da ordem de US$ 50 milhões.

Um problema de âmbito global

Os grãos plásticos são um importante componente da poluição marinha por resíduos sólidos. Embora não sejam esteticamente desagradáveis como muitos outros resíduos (às vezes sequer são percebidos), adquirem relevância por sua quantidade e persistência no ambiente. Eles estão presentes em todos os oceanos e praias do mundo e têm sido relatados desde a década de 1970 nos sedimentos e na superfície das águas de áreas costeiras e oceânicas, inclusive em áreas remotas do planeta, como praias do oceano Pacífico no hemisfério Sul e no Havaí. Os primeiros estudos sobre grânulos plásticos em praias foram conduzidos na Nova Inglaterra (estado na costa leste dos Estados Unidos) e no mar de Sargaços (área com algas flutuantes no Atlântico Norte). Tais resíduos também foram relatados na costa do mar Mediterrâneo e em várias partes dos Estados Unidos, do Reino Unido e do mar do Caribe.

Mais recentemente, de 1988 a 1991, estudos da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) sobre entulhos aquáticos revelaram ampla distribuição de grânulos plásticos nos portos oceâ-

nicos daquele país, tanto nas costas do Pacífico quanto nas do Atlântico (inclusive no golfo do México). Registrados em 13 dos 14 portos analisados, foram um dos itens mais comuns. Também foi encontrada grande quantidade desse tipo de resíduo no canal de navegação de Houston, no estado do Texas: cerca de 250 mil unidades foram coletadas em apenas uma amostra. A cidade de Houston tem uma das maiores concentrações de instalações de indústrias de plásticos dos Estados Unidos. A quantidade de grânulos presente em praias também pode ser muito alta, atingindo valores da ordem de 100 mil grânulos por quilômetro em uma praia na Nova Zelândia. Os resíduos plásticos chegaram a compor 99% do lixo recolhido em uma limpeza de praia em Orange County, na Califórnia (Estados Unidos), e o item mais abundante foram os grânulos.

Segundo a EPA, uma estratégia adequada para lidar com esse problema é a identificação das fontes dos grânulos para o ambiente marinho. Entre as várias fontes de emissão conhecidas, as empresas relacionadas à cadeia produtiva dos plásticos são as principais responsáveis. Esses grânulos podem ser levados para o ambiente durante os processos de produção, transporte e utilização, por meio das tubulações de efluentes urbanos e industriais (produtores e processadores de grânulos); de vazamentos em caminhões, vagões de trem e barcos (transportadores); como rejeitos de atividades realizadas em mar aberto (operação de plataformas petrolíferas, lavagem de porões de navios e despejos de resíduos de barcaças); além de eventuais acidentes com navios cargueiros (por exemplo, durante as operações de manuseio de carga nos portos ou durante o transporte de carga pelo mar) (figura 2).

Grânulos nas praias brasileiras

Embora o conhecimento no mundo seja razoavelmente amplo, não há dados sobre a distribuição e a composição desses grânulos no Brasil. Há apenas registros informais para algumas áreas costeiras de São Paulo, como Santos, Ubatuba e Guarujá, inclusive em praias localizadas em unidades de conservação (como a praia da Fazenda, em Ubatuba), e nos litorais do Paraná e do Rio Grande do Sul. Em Santos, particularmente, os grânulos são muito abundantes e facilmente encontrados e coletados (figura 3).

A intensa atividade industrial na região, principalmente em Cubatão, juntamente com a presença do maior porto da América Latina, geram uma alta concentração de resíduos sólidos. Essa situação, somada ao aumento da ocupação urbana na região e à falta de um tratamento adequado, potencializa a poluição ambiental que, de um modo ou de outro, acaba chegando ao oceano. Além disso, a presença na região de grande número de refinarias e indústrias petroquímicas amplia a possibilidade de emissão de grânulos plásticos para o ambiente estuarino e marinho, e a abundante rede de drenagem local potencializa o problema.

Diante dessas constatações, o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo vem desenvolvendo, em parceria com o Instituto Costa Brasilis, uma organização da sociedade civil de interesse público

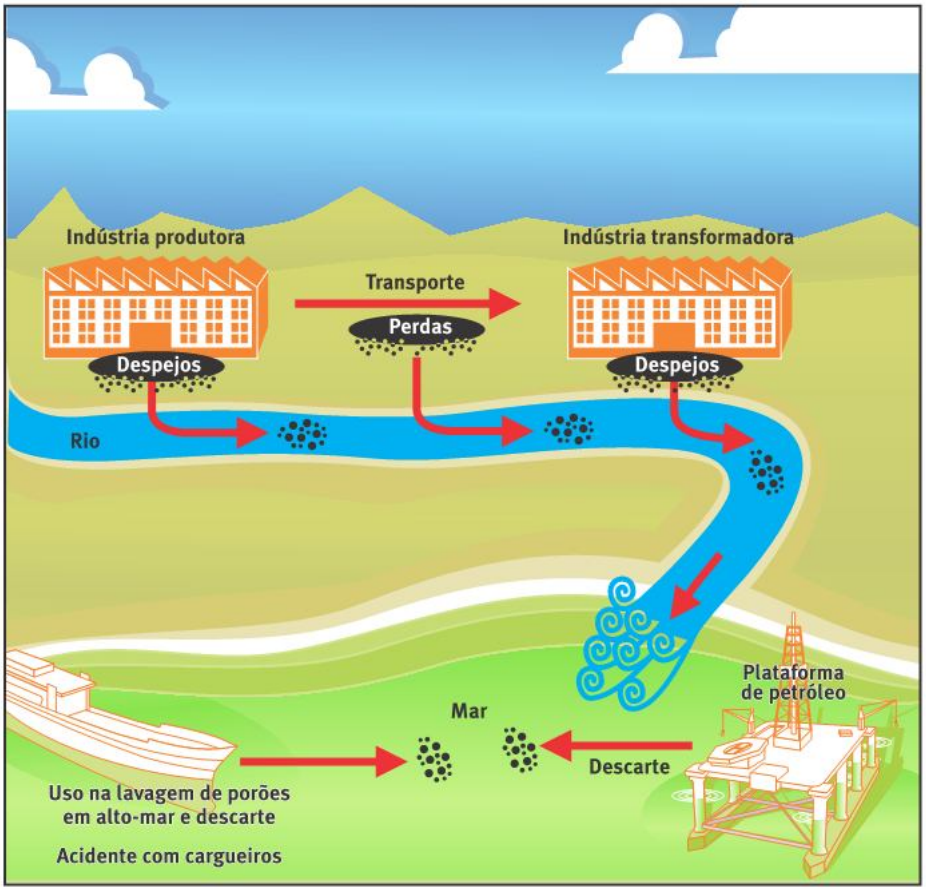


Figura 2. As perdas de grânulos plásticos para o ambiente ocorrem nas indústrias (produtora e transformadora), no transporte ou durante seu uso em processos de limpeza e outros em navios ou plataformas de petróleo

FOTO DE A. TURRA

Figura 3. Nas praias de Santos (SP), são facilmente coletados grânulos plásticos, um dos tipos de resíduos sólidos mais comuns em ambientes marinhos em várias partes do mundo

(OSCIP), um projeto para reunir informações sobre a distribuição, composição e possíveis fontes de emissão dos grânulos, através de coletas e análises em pontos estratégicos das praias da enseada de Santos. Um levantamento das empresas que produzem, transportam e usam os grânulos também está previsto. O projeto já tem financiamento aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Dados preliminares revelam que eles se acumulam na porção mais alta da praia, onde normalmente a areia é seca e a água chega raramente, atingindo densidades de dezenas ou centenas de unidades por metro quadrado. Como os grânulos alcançam a praia flutuando na água do mar, trazidos pelas correntes e ondas, é também comum encontrá-los na linha d'água, dividindo espaço com os freqüentadores da praia. A abundância dos grânulos varia ao longo das praias da enseada de Santos, o que pode ser explicado pelo padrão local de circulação de correntes. Segundo informações obtidas na região do porto de Santos, os grânulos plásticos são com freqüência usados para auxiliar na limpeza de porões e tanques de navios e depois descartados diretamente no mar. Outra possível fonte seria a perda acidental, pelas indústrias do setor de plástico da região, desse material para o estuário, por onde chegaria ao mar. Quanto à composição química, sabe-se que esses grânulos têm baixa densidade e são derivados de poliestireno e polietileno.

Os resultados finais desse estudo permitirão futuras investigações sobre a distribuição dos grânulos nas praias de São Paulo e do Brasil. Os grânulos são muito pequenos para serem retirados das praias pelos mecanismos de limpeza tradicionais (rastelo e trator), mas dados mais completos sobre sua concentração e distribuição, ao serem cruzados com informações sobre balneabilidade e urbanização, poderão ser úteis como um indicador alternativo do grau de alteração de determinada praia ou ambiente costeiro. Mesmo praias com boa balneabilidade e pouco urbanizadas podem apresentar grandes concentrações desses materiais.

Esse estudo auxiliará os governos (municipais e estaduais, onde houver áreas costeiras), os órgãos responsáveis pela proteção ambiental e o setor privado envolvido (as indústrias de plásticos, por exemplo) na avaliação dos métodos de produção, processamento e transporte dos grânulos e na determinação de medidas consistentes para controlar e prevenir sua liberação para o ambiente. A participação de todas essas instâncias é desejável e necessária para evitar que o problema atinja, no Brasil, os níveis já observados em outras áreas do mundo. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

CARPENTER, E. J.; ANDERSON, S. J.; HARVEY, G. R.; MIKLAS, H. P.; PECK, B. B. 'Polystyrene spherules in coastal waters', in *Science*, v. 178, p. 749, 1972.

EPA. *Plastics pellets in the aquatic environment* (Final Report) – EPA/842-B-92-010. Washington, Environmental Protection Agency, 1992.

MOORE, C. *Plastic is drastic: world's largest 'landfill' is in the middle of the ocean.* Alguita Marine Research Foundation, 2002 (disponível em www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Ocean-Plastic-Landfill-Algalita1nov02.htm).

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. *Biologia Marinha.* Rio de Janeiro, Interciência, 2002.

WATSON, P. Against the current – The plastic sea, 2001 (disponível em http://www.seashepherd.org/ocean_realm/ocean_realm_auto1.html).

ANTROPOLOGIA Estudo revela aumento significativo de temática racista na internet

Neonazismo em rede

O discurso racista e agressivo de certas páginas na internet já levou o Ministério Público a conseguir que algumas fossem retiradas do ar

A intolerância e o ódio racial encontraram um potente meio para se propagar: a internet. Atualmente, há mais de 12 mil páginas virtuais destinadas à disseminação do racismo e do ideário de superioridade da 'raça ariana', segundo a tese de mestrado da antropóloga Adriana Dias. O detalhado estudo etnográfico procurou identificar quem são os neonazistas, em que portais se encontram, como operam na internet e quais são os discursos construídos por eles para validar suas visões.

Em 2002, ano em que iniciou a pesquisa, Dias constatou a existência de mais de 8 mil páginas na internet e uma média de 200 comunidades no orkut (rede de relacionamentos filiada ao Google) de conteúdo neonazista, racista e revisionista, movimento que nega a existência do holocausto na Segunda Guerra Mundial. Esse número aumentou para 12,6 mil em 2007, ano de conclusão da tese intitulada 'Os anacronautas do teutonismo virtual', apresentada no Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Embora não responsabilize a internet pelo crescimento de grupos neonazistas, a antropóloga acredita que ela facilita a comunicação entre membros e simpatizantes, assim como a propagação dos valores e idéias defendidos por esses grupos. "A internet possibilita a formação de uma rede de apoio que fortalece esses grupos cada vez mais. Ela dá o anonimato necessário para que eles possam agir sem ser identificados."

A pesquisa coletou dados em páginas, *blogs*, listas de discussão e fóruns em inglês, espanhol e português. Um dos maiores desafios foi driblar os múltiplos diretórios e endereços citados dentro de uma mesma página, que difi-

cultam a identificação imediata de seu conteúdo. "As páginas racistas são, em geral, muito densas, tanto em hipertextualidade quanto em multimídias (ícones, vídeos e imagens ocupam dezenas de *bytes*). Há muito mais remissões internas do que externas, dificultando a localização de grande parte do conteúdo, geralmente de caráter mais agressivo, por motores de busca", descreve Dias, que utilizou uma ferramenta de análise construída por ela, associando-a à disponibilizada pelo medidor de *links* e tráfego do Alexa para localizar páginas de difícil acesso.

Discursos distorcidos

Segundo dados coletados pela antropóloga, há, no Brasil, mais de 150 mil simpatizantes de movimentos neonazistas, racistas e revisionistas, sendo que cerca de 100 mil são ativistas. "Não são adolescentes que se juntam a um movimento por diversão. Trata-se de um grupo de pessoas que acredita em suas idéias e está disposto a pô-las em prática", afirma.

Para atrair tantos interessados, esses grupos lançam mão de uma série de discursos e abordagens que validem suas visões. "Há duas vertentes de discurso que sustentam as idéias de grupos neonazistas: o discurso genômico e o discurso mitológico", ressalta Dias. O discurso genômico baseia-se na premissa de que os indivíduos da 'raça ariana' são portadores de genes superiores, foram escolhidos por Deus para efetivar a hierarquia dada pela natureza e promover o desenvolvimento da raça humana. Já o discurso mitológico cria mitos e se apropria de outros para construir o ideário ariano, atualizando, inclusive, símbolos nazistas.

Um dos mitos mais fortes é o do sangue ariano, que estaria presente em todos os pertencentes à raça ariana e que seria responsável pela conexão transcendental entre seus integrantes. Para esse grupo, o sangue nórdico, como descreve Dias, é o "portador da imortalidade simbólica" trazida pelo povo alemão. Se esse sangue permanecer puro, ou seja, se não houver mistura de raças, a raça ariana evoluirá e se tornará eterna. No novo ideário ariano, o conceito de nação é substituído pelo conceito de raça. Outros mitos utilizados para corroborar a ideologia neonazista baseiam-se no deus nórdico Thor, apontado como o responsável pela legitimação da 'raça ariana', no uso da suástica como símbolo da identidade ariana e da pureza racial, e no da runa algiz para a proteção da família.

A pesquisadora acrescenta que esses grupos constroem um discurso de ódio profundo ao outro, principalmente ao negro e ao judeu. A maioria de seus integrantes afirma que a raça ariana está ameaçada de extinção e que por isso precisa ser protegida e preservada.

Entre os grupos estudados pela antropóloga, há diversas correntes que seguem orientações específicas. Páginas como a do WAU (Mulheres para a Unidade Ariana, na sigla em inglês) apresentam uma forte preocupação com a família e com o papel da mulher na construção da unidade ariana. Já o National Alliance, página norte-americana, demonstra preocupação com a atuação política dos arianos e a formação de líderes que sejam capazes de lutar pelos 'direitos' dos brancos. No brasileiro Valhalla88, aparecem o ódio ao negro e ao judeu e a recusa a qualquer tipo de mistura inter-racial. Graças à denúncia feita pela antropóloga e por outros internautas ao Ministério Público, essa página foi retirada do ar.

Rachel Rimas
Ciência Hoje/RJ

QUÍMICA

FIBRA DE CURAUÁ SUBSTITUI FIBRA DE VIDRO

Uma nova técnica de produção de compósitos de náilon-6 (poliamida-6) com fibra de curauá (*Ananas erectifolius*) torna esse produto mais leve e resistente do que quando produzido com fibra de vidro. O trabalho é resultado de uma colaboração entre o Laboratório de Polímeros Condutores e Reciclagem da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a empresa Sabic Innovative Plastics, também sediada em Campinas (SP). A pesquisa começou em 2000, inspirada pelos estudos de dois grupos brasileiros que já trabalhavam com a fibra de curauá em compósitos produzidos por termoformagem, um processo que usa calor e prensagem para juntar as duas substâncias. "Investimos no processo de extrusão, no qual uma rosca aquecida é responsável pela mistura e que resulta em uma melhor dispersão da fibra no plástico", conta o químico Marco Aurélio De Paoli, coordenador do laboratório.

Segundo De Paoli, o compósito produzido por extrusão é mais leve, pois a fibra do curauá é menos densa que a de vidro e mais resistente, o que o torna especialmente atrativo para a indústria automobilística. "Quanto mais leve é o carro, menos combustível ele gasta", explica o químico. Além disso, a fibra vegetal é um recurso renovável, cuja produção consome pouca energia. De Paoli ressalta que o curauá é uma planta do clima semi-árido e a expansão de sua cultura – necessária para suprir a demanda se ela vier a substituir a fibra de vidro – não comprometeria o plantio de alimentos. "Hoje, a produção de fibras de curauá é relativamente pequena e já está toda comprometida", afirma. Ainda este ano, segundo revela, o compósito com poliamida-6 deverá estar disponível comercialmente.

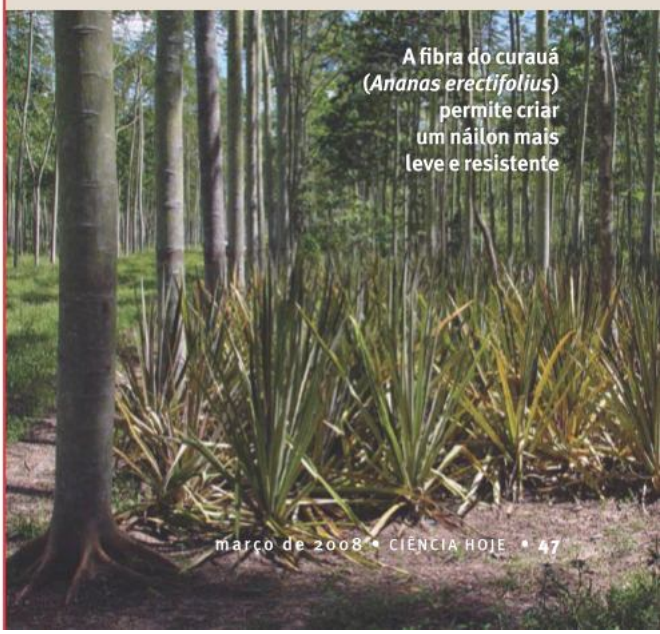


FOTO MARCO AURÉLIO DE PAOLI

A fibra do curauá (*Ananas erectifolius*) permite criar um náilon mais leve e resistente

ECOLOGIA Corredor ecológico permitirá que onças da caatinga tenham contato com outros grupos da espécie

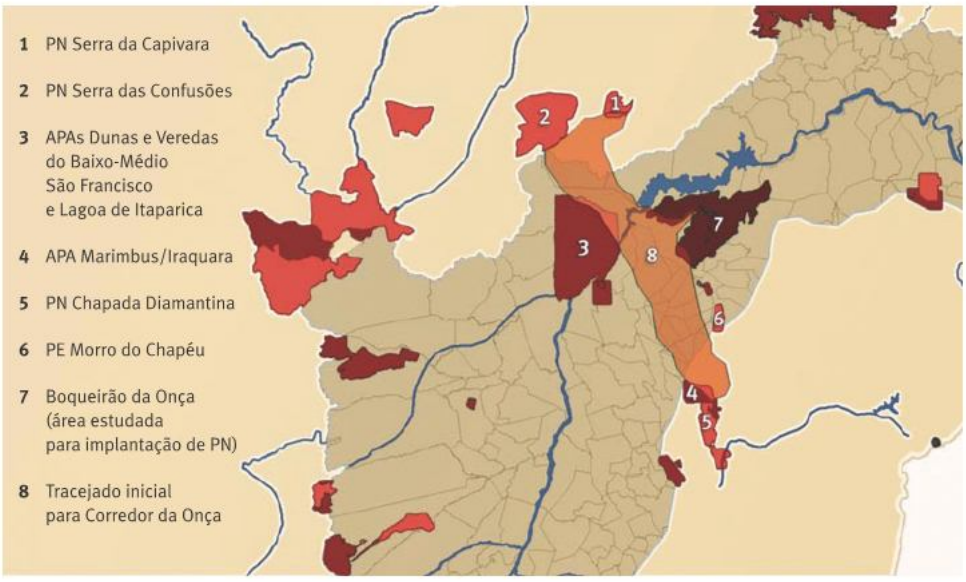
Passagem animal

Conectar várias unidades de conservação no Piauí e na Bahia de maneira a permitir que a recém-descoberta população de onças-pintadas (*Panthera onca*) da caatinga possa aumentar e manter sua saúde genética. Esse é o objetivo do corredor ecológico que o Ministério do Meio Ambiente pretende implantar, por meio das ações do Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação de Predadores Naturais (Cenap), na região que vai do lago de Sobradinho até a Chapada Diamantina, ambos na Bahia. Para tanto, será realizado um censo da população felina a fim de identificar seu tamanho, padrão de alimentação e rota de deslocamento. Além disso, o Cenap – que integra o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão nascido de uma divisão do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) – está investindo em campanhas de conscientização e amenização de conflitos para diminuir a caça desses animais e suas presas.

Até 2006 acreditava-se que não havia onças-pintadas nesse setor da caatinga (região do submédio São Francisco) porque os ambientes ali não teriam capacidade de manter animais do porte desses felinos. No entanto, pesquisadores do Ibama, trabalhando naquele ano no Programa de Revitalização do Rio São Francisco, fizeram a descoberta. "Ao contrário do que se pensa, a caatinga é rica em fauna", revela o biólogo Rogério Cunha de Paula, co-coordenador do projeto Onças da Caatinga e do Programa de Controle de Conflitos com Predadores, e chefe-substituto do Cenap. Ao descobrirem a população de onças na região entre os municípios de Sobradinho e Sento Sé, os cientistas concentraram suas pesquisas no local, que se situa entre várias áreas que são unidades de conservação (como os parques nacionais das serras da Capivara e das Confusões) ou que podem vir a ser (como o Boqueirão da Onça).

O corredor ecológico permitirá o aumento da população de onças-pintadas recém-descoberta na caatinga

Segundo De Paula, como a região é muito pobre, as onças acabam competindo com os moradores pelos escassos recursos alimentares. Quando isso acontece, há conflitos que levam à perseguição e ao abate dos felinos. A criação de um parque nacional protegeria os animais, mas tornaria a vida das pessoas mais difícil. Por isso, propôs-se que diferentes áreas fossem protegidas de maneiras distintas, não apenas como parques nacionais. "A criação do corredor pareceu a melhor solução, pois é uma unidade de conservação menos restritiva, que não requer desapropriações, uma vez que o terreno continua no domínio privado", diz o chefe-substituto do Cenap. Mesmo assim, ressalta ele, deverá haver interferência nas atividades econômicas devido a limitações no uso do solo. "Mas como a densidade populacional nessas áreas (que deverão tornar-se parque nacional) é de



O corredor ligará várias unidades de conservação da Bahia e do Piauí

ARQUIVO CENAP

menos de um habitante por quilômetro quadrado, o impacto socioeconômico não deve ser alto", completa.

O corredor abarcará uma área de 2 milhões de hectares (1 hectare [ha] equivale a 10 mil m²), permitindo o encontro das populações de onças dos parques nacionais e da caatinga não protegida. "Embora chamemos de corredor, não se espera que os animais atravessem toda a região e sim que possam procriar com animais próximos, cujos filhotes migrariam e cruzariam com outros espécimes e assim por diante, permitindo a troca de material genético", explica o biólogo. Mas, para isso, é preciso ter várias informações sobre os felinos da região, como o número de indivíduos em cada área e seu potencial de deslocamento. Até o momento, a única estimativa sobre a densidade populacional dos animais é da organização não-governamental Fundação para Conservação da Onça-Pintada, que acredita haver um felino por 26 km² no Parque Nacional da Serra da Capivara. Para De Paula, entretanto, o número não é o mesmo para a caatinga como um todo, dada a escassez de recursos e outros impactos.

A portaria que estabeleceu o grupo de trabalho para elaborar a proposta de criação e implementação do corredor foi publicada em 23 de abril de 2007, quando houve a divisão do Ibama e a criação do ICMBio. Por conta disso, as atividades ainda não começaram. "A previsão é de termos o corredor em 2009, mas nada é garantido. Também aguardamos o decreto de criação do Parque Nacional do Boqueirão da Onça, que trará muitos benefícios para a conservação dessas populações extremamente ameaçadas do maior carnívoro das Américas", finaliza De Paula.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

ECONOMIA

AS EMPRESAS E A SELEÇÃO NATURAL

A produção de carvão vegetal em fornos de alvenaria é uma poderosa fonte de poluição. Para se contrapor a essa irracionalidade e atender à demanda de carvão sem lesar o meio ambiente, a empresa paranaense Bricarbrás Briquetagem e Carbonização do Brasil Ltda., sediada na região metropolitana de Curitiba, desenvolveu uma nova tecnologia – os chamados fornos verdes. O novo equipamento destrói os gases poluentes antes de seu descarte na atmosfera (ver 'Carvão vegetal ecologicamente correto' na edição de 31/01/07 da *Ciência Hoje On-line*). A novidade despertou nos economistas Adilson Volpi e Armando Dalla Costa, do Núcleo de Pesquisas em Economia Empresarial da Universidade Federal do Paraná, o interesse de fazer uma análise econômica do novo e revolucionário projeto.

Cilindro (um dos componentes do forno verde) pronto para carbonizar a madeira e transformá-la em carvão vegetal

FOTO CEDIDA POR BRICARBRÁS BRIQUETAGEM E CARBONIZAÇÃO DO BRASIL LTDA.

O trabalho se baseia na teoria evolucionista, segundo a qual o mercado seleciona as empresas que têm coragem de ousar em um mundo dinâmico e incerto. Assim como na teoria do evolucionista inglês Charles Darwin (1809-1882), as organizações precisam criar novos meios de se manter vivas, pois as mais fracas sucumbem à pressão da 'seleção natural'. Para progredir nesse mundo darwiniano, explica Volpi, as empresas devem seguir uma trajetória tecnológica, isto é, continuar fazendo o que sempre fizeram, porém com mais qualidade e adaptações constantes. "Isso requer do empresário perfil inovador e ousadia de investir sem garantia de que as iniciativas sempre darão retorno financeiro expressivo", completa o economista.

Volpi salienta ainda que há um princípio por trás de toda inovação. No caso da carvoaria ecologicamente correta, o sucesso se deve não só ao conhecimento acumulado pelos funcionários e prestadores de serviço da empresa nos quase 30 anos de atuação no setor de siderurgia e metal-mecânico, mas também ao desejo de seus dirigentes de se adaptar às mudanças de paradigma em um mundo em constante evolução.

NEUROCIÊNCIAS EM NATAL • **Com a assinatura pelo ministro da Educação, Fernando Haddad, de um decreto destinando R$ 42 milhões para o Instituto de Neurociências de Natal (RN), o projeto de criação do chamado *Campus* do Cérebro está mais próximo de sua implantação. A iniciativa, concebida pelo neurocientista brasileiro Miguel Nicolelis, da Universidade Duke (Estados Unidos), prevê a construção de um prédio de 10 mil metros quadrados em Macaíba, periferia de Natal, com 25 laboratórios. O *Campus* pretende transformar-se em uma referência mundial em neurociências, além de abrigar uma escola de ensino regular para mil estudantes, do berçário ao ensino médio. Nicolelis espera, entretanto, que a maior parte dos recursos venha da esfera privada.**

TECNOLOGIA Turbina desenvolvida no Rio Grande do Sul deve ampliar produção de energia eólica no país

Aos quatro ventos

Investir em fontes de energia limpa é um meio de barrar, ao menos em parte, os efeitos do aquecimento global. Nesse sentido, aproveitar a força do vento para produzir energia elétrica é uma alternativa que tem atraído a atenção de pesquisadores em todo o mundo. No Brasil, o engenheiro mecânico Jorge Villar Alé, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/CRS), acaba de desenvolver uma turbina mais eficaz que as tradicionalmente utilizadas para gerar energia eólica.

A maior capacidade produtiva da nova turbina se deve ao fato de ela aproveitar ventos que vêem de todas as direções, diferentemente das demais turbinas, que em geral são unidirecionais, isto é, captam ventos oriundos de uma só direção. "Com isso, a produção de energia não fica restrita aos dias em que o vento sopra em determinado sentido", diz Alé. Além de mais eficiente, o equipamento dispõe de um gerador elétrico localizado próximo do solo, o que facilita o acesso de técnicos para eventuais serviços de manutenção. A criação da nova turbina teve o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Alé é também coordenador do Centro de Excelência em Energia Eólica (CE-Eólica) da PUC/RS, inaugurado em outubro de 2007. O centro faz pesquisas inovadoras sobre recursos eólicos e capacita profissionais

talada de 150 megawatts (MW), o suficiente para abastecer uma cidade de 650 mil habitantes.

Vantagens

Para produzir energia eólica, o vento é barrado por pás, que podem ser duas, três ou múltiplas, e transfere energia cinética para o rotor (a parte giratória do equipamento). Este, por sua vez, transfere energia rotacional para o eixo, estrutura que está acoplada, na outra extremidade, a um gerador elétrico, capaz de produzir tensão elétrica a partir de indução eletromagnética. A tensão é responsável por conduzir corrente elétrica de um ponto a outro do sistema, sendo, portanto, essencial na distribuição da eletricidade. Há ainda um conjunto de três ímãs, necessários para gerar tensão por meio de indução eletromagnética.

As vantagens da energia gerada pela força do vento são principalmente de caráter ambiental,

TECNOLOGIA Turbina desenvolvida no Rio Grande do Sul deve ampliar produção de energia eólica no país

Aos quatro ventos

Investir em fontes de energia limpa é um meio de barrar, ao menos em parte, os efeitos do aquecimento global. Nesse sentido, aproveitar a força do vento para produzir energia elétrica é uma alternativa que tem atraído a atenção de pesquisadores em todo o mundo. No Brasil, o engenheiro mecânico Jorge Villar Alé, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/CRS), acaba de desenvolver uma turbina mais eficaz que as tradicionalmente utilizadas para gerar energia eólica.

A maior capacidade produtiva da nova turbina se deve ao fato de ela aproveitar ventos que vêem de todas as direções, diferentemente das demais turbinas, que em geral são unidirecionais, isto é, captam ventos oriundos de uma só direção. "Com isso, a produção de energia não fica restrita aos dias em que o vento sopra em determinado sentido", diz Alé. Além de mais eficiente, o equipamento dispõe de um gerador elétrico localizado próximo do solo, o que facilita o acesso de técnicos para eventuais serviços de manutenção. A criação da nova turbina teve o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Alé é também coordenador do Centro de Excelência em Energia Eólica (CE-Eólica) da PUC/RS, inaugurado em outubro de 2007. O centro faz pesquisas inovadoras sobre recursos eólicos e capacita profissionais para trabalhar na área. Dispõe de laboratórios de última geração, onde são feitos estudos e testes em turbinas e componentes, e oferece orientação à comunidade sobre o uso de energias renováveis. "O objetivo é melhorar a posição brasileira no cenário internacional no que diz respeito à geração e ao uso de energia eólica", resume Alé. O Rio Grande do Sul detém o maior parque eólico da América Latina, situado no município de Osório, com capacidade instalada de 150 megawatts (MW), o suficiente para abastecer uma cidade de 650 mil habitantes.

Vantagens

Para produzir energia eólica, o vento é barrado por pás, que podem ser duas, três ou múltiplas, e transfere energia cinética para o rotor (a parte giratória do equipamento). Este, por sua vez, transfere energia rotacional para o eixo, estrutura que está acoplada, na outra extremidade, a um gerador elétrico, capaz de produzir tensão elétrica a partir de indução eletromagnética. A tensão é responsável por conduzir corrente elétrica de um ponto a outro do sistema, sendo, portanto, essencial na distribuição da eletricidade. Há ainda um conjunto de três ímãs, necessários para gerar tensão por meio de indução eletromagnética.

As vantagens da energia gerada pela força do vento são principalmente de caráter ambiental, uma vez que não produz lixo (como no caso da energia nuclear) nem polui o ambiente. Mas há também um apelo econômico, pois é possível aproveitar as áreas destinadas à construção dos parques eólicos para outros fins. "Cerca de 90% do território pode ser usado para agricultura e pecuária", explica Alé. Outro ponto favorável é que um parque eólico já construído pode ser ampliado sem dificuldades, por ser modular. Os pontos negativos são impacto visual, ruídos gerados

FOTO CE-EÓLICA/PUC/RS

Turbina desenvolvida no Centro de Excelência de Energia Eólica, da PUCRS. O equipamento apresenta vantagens sobre os similares usados atualmente, por captar ventos que sopram de todas as direções

ENTOMOLOGIA Laboratório da UFRJ estuda controle biológico do inseto mais 'popular' do mundo

Vespas contra baratas

FOTO TOM YOUNG/CORBIS/LATINSTOCK

Combater as baratas com a ajuda de alguns inimigos naturais é a estratégia que o Laboratório de Entomologia Médica do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) vem estudando, com resultados animadores. Sob a coordenação de Suzete Bressan-Nascimento, os pesquisadores do laboratório vêm estudando vespas que atacam adultos ou ovos de barata – talvez o animal urbano mais conhecido do mundo, devido à repulsa e ao medo que causa nas pessoas. O grupo pesquisa vários aspectos da biologia das vespas, para facilitar sua criação e seu uso contra as baratas, o que permitiria reduzir o emprego de inseticidas.

Embora todos tenham alguma experiência pessoal para contar sobre baratas, e existam até estudos de psicologia sobre o horror que esse inseto provoca em alguns indivíduos, são poucos os que conhecem o nome científico da espécie mais popular, a *Periplaneta americana*.

As baratas provavelmente surgiram há mais de 300 milhões de anos, a partir de uma linhagem ancestral de cupins. Hoje, há espécies que vivem em todas as regiões do mundo onde existem humanos, principalmente nos trópicos. A forma humana de exploração do espaço favorece a proliferação de algumas espécies animais, como baratas, formigas, ratos e pombos, enquanto prejudica as demais.

Os transtornos causados pelas baratas vão desde a contaminação de alimentos e ambientes (em hospitais e cozinhas, por exemplo) até o desencadeamento de alergias respiratórias e crises de pânico. Mas elas também prestam serviços, pois consomem e reciclam rapidamente enormes quantidades de lixo e matéria orgânica em decomposição, além de servir de alimento para vários outros animais urbanos. Sua influência no ambiente das cidades é um reflexo de sua abundância e de sua intensa atividade, principalmente nas redes de esgoto e nos cemitérios.

Devido à forte aversão que causam, muito dinheiro é movimentado pelo mercado de inseticidas e empresas desinsetizadoras no esforço de acabar com elas. Variadas formas de extermínio e controle já foram testadas, e recentemente vêm sendo estudados métodos com menor impacto ambiental. Um exemplo é o controle biológico, que tem sido usado com sucesso no Brasil no controle populacional de pragas de plantações. Nesse método, inimigos naturais do inseto-praga que também tenham altas taxas reprodutivas são empregados para reduzir a população deste.

Novo desafio

As baratas têm muitos inimigos naturais, desde aves até outros insetos predadores ou parasitóides que põem ovos sobre adultos ou ovos da *P. americana* para que suas próprias larvas encontrem alimento farto ao nascer. Assim, a pesquisa objetiva buscar insetos que usem as baratas como hospedeiros e que tenham potencial para controle populacional dessa praga. Entre várias opções, três espécies de vespas parasitóides vêm sendo mais estudadas como possíveis candidatos à tarefa: a vespa-jóia (*Ampulex compressa*), a vespa-bandeira (*Evania appendigaster*) e uma pequena vespa denominada *Aprostocetus hagenowii*.

A vespa-jóia (figura 1) tem cerca de 3 cm de comprimento e ganhou esse nome devido à sua cor verde brilhante. Ela imobiliza a barata com uma ferroada no cérebro, depois arranca suas antenas, bebe um pouco do 'sangue' (hemolinfa) que escorre e dei-

Figura 1. Fêmea de vespa-jóia (*Ampulex compressa*) bebe hemolinfa da antena cortada de uma barata *Periplaneta americana*

Figura 2. A vespa-bandeira (*Evania appendigaster*) – na imagem, uma fêmea – é uma das espécies que ataca ovos de baratas

Figura 3. Estágios de desenvolvimento da vespa-bandeira (*E. Appendigaster*) dentro de uma ooteca da barata *P. americana*

xa um ovo sobre o corpo da vítima, que é abandonada em um buraco. A larva da vespa, ao nascer, entra no corpo da barata viva e lentamente come seus órgãos, tornando-se uma vespa adulta em cerca de 20 dias. Ela sai do corpo ressecado da barata por uma abertura no abdômen, no melhor estilo do monstro do filme *Alien, o oitavo passageiro*. Essa vespa é mais comum nos jardins das residências.

A vespa-bandeira (figura 2) mede 1,5 cm, é preta e tem um vôo lento. É comum em volta de redes de esgoto e locais infestados por baratas. Essa vespa busca cápsulas de ovos de baratas – estrutura dura semelhante a um pequeno feijão, chamada de ooteca – para pôr seu ovo lá dentro. O processo de perfuração da casca da ooteca pode levar quase meia hora. Após uns dois dias, nasce uma larva que come todos os ovos e embriões de barata (entre 12 e 15 em *P. americana*) e depois se metamorfoseia (figura 3) em uma nova vespa-bandeira, que sai da ooteca por um buraco aberto a mordidas.

Já a vespinha *A. hagenowii*, com cerca de 2 mm, é preta (figura 4) e também bota seus ovos dentro das ootecas. Ela deixa não apenas um, mas vários ovos, que ainda se multiplicam (por poliembrionia, um processo de clonagem) em até 100 larvas. Essas larvas se alimentam de tudo que encontram na ooteca (incluindo outros parasitóides) e, em cerca de 25 dias, emergem de um furo como um pequeno enxame de vespinhas.

Todas essas vespas são comuns em cidades, e sua presença influencia a população local de baratas. No entanto, são desconhecidas pela população (e até por muitos cientistas) e exterminadas com inseticidas. Nenhuma delas é agressiva para os humanos: o ferrão é usado apenas em suas presas. Após os resultados positivos de uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, a *A. hagenowii* já é comercializada naquele país por empresas de controle de baratas, mas experimentos com as demais espécies são escassos no mundo inteiro.

No Brasil, o grupo da UFRJ está estudando a biologia e o potencial de uso dessas vespas, tendo publicado trabalhos sobre o potencial reprodutivo de *E. appendigaster* e sobre o desenvolvimento de *A. compressa* em duas revistas internacionais. O grupo também requereu uma patente de tecnologia de criação de vespas parasitóides de ootecas com base no uso de geladeiras. Isso facilita a criação das vespas em larga escala e reduz os custos, algo importante para despertar o interesse comercial nessa forma de controle de baratas. Atualmente, o grupo estuda a influência da temperatura no desenvolvimento desses insetos.

A liberação de vespas parasitóides – aliada ao uso de iscas tóxicas (menos impactantes que os inseticidas) e a medidas preventivas contra a infestação – ajudará a manter as populações de baratas urbanas em níveis toleráveis. Esse tipo de abordagem tem mostrado resultados positivos nas plantações, aumentando o interesse pelo uso do controle biológico em nossas casas.

Figura 4. Macho da pequena vespa *Aprostocetus hagenowii*, que já é usada nos Estados Unidos no controle biológico de baratas

Eduardo G. P. Fox
Laboratório de Formigas Urbanas, Centro de Estudos de Insetos Sociais, Universidade Estadual Paulista (campus de Rio Claro)
Suzete Bressan-Nascimento
Laboratório de Entomologia Médica, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

COMPUTAÇÃO

MAPEAMENTO DO BIODIESEL NO BRASIL

Com o aumento dos investimentos na produção de biodiesel, torna-se cada vez mais necessário o conhecimento das áreas adequadas para o plantio de produtos como a mamona, o dendê e a soja, entre outros. Pesquisadores do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) e da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) criaram um programa de computador para facilitar o levantamento dessas áreas disponíveis e confrontar os dados com os requisitos de demanda dos projetos de plantio, envolvendo milhares de variáveis. O programa é capaz de processar as operações de um modelo matemático que permite a elaboração de mapas das áreas mais propensas para o desenvolvimento dessas oleaginosas, sobretudo a mamona, no semiárido nordestino.

Segundo os professores Carlos A. N. Cosenza, coordenador do projeto, Fernando Rodrigues Lima e Cesar das Neves, o programa permite o processamento das informações obtidas em bancos de dados. Assim, dados sobre fatores como clima, solo e infra-estrutura do local analisado são cruzados com as condições previamente estipuladas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) como ideais para o bom desenvolvimento da mamona e para as etapas posteriores do ciclo de produção do biodiesel.

"O programa fornece a visualização dinâmica e comparativa dos potenciais de localização no território estudado e a identificação de quais fatores não possibilitaram a obtenção de índices satisfatórios. Permite, ainda, identificar as ofertas não supridas, bem como quais intervenções estratégicas poderão ser planejadas para melhorar o desempenho de um determinado lugar", afirma Cosenza. Ele assinala que o mapa também leva em conta os impactos ambientais: "As restrições nesse sentido excluem as possibilidades de se realizar o plantio em áreas consideradas de risco para o meio ambiente."

Por enquanto, o programa contempla apenas a mamona. Os pesquisadores estimam que o sistema poderá ser usado em breve para outras plantas, como o pinhão-manso e o dendê.

SAÚDE PÚBLICA Negociação de anti-retrovirais economizou mais de US$ 1 bilhão para o país, mas a falta de inovação elevou custos

O preço da marca

Um bilhão e duzentos milhões de dólares foi a quantia que o governo brasileiro economizou com a política de negociações na compra de anti-retrovirais contra o HIV entre 2001 e 2005. A cifra foi calculada por um trabalho realizado em conjunto pela Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro (RJ), e a Escola de Saúde Pública Harvard (HSPH, na sigla em inglês), em Boston (Estados Unidos), e publicado na revista científica eletrônica *Plos Medicine*. Segundo os autores do estudo, a ação governamental garantiu preços mais baixos do que os pagos por outros países em desenvolvimento para os medicamentos importados. No entanto, os pesquisadores constataram que o preço dos genéricos no Brasil é maior do que em outros países. Na avaliação deles, isso seria fruto da falta de investimento na inovação, o que deixaria o país dependente de outros produtores de insumos para esses remédios, como a Índia.

A pesquisa foi baseada em um primeiro estudo realizado em 2006 pelo sanitarista Francisco Inácio Bastos, do Departamento de Informação em Saúde da Fiocruz, e por mais dois pesquisadores, no qual se demonstrou que o gasto com os anti-retrovirais vinha aumentando desde 2005. "Estávamos preocupados com a sustentabilidade do programa – o aumento dos custos poderia levar a uma pressão para baixar a qualidade", conta Bastos, um dos autores do novo trabalho.

Ele explica que o estudo original fez um apanhado geral do programa, mas não houve uma discriminação para cada remédio. Isso foi realizado no estudo atual, que utilizou informações do banco de dados do Ministério da Saúde. "Estabelecemos uma colaboração com a Escola de Saúde Pública Harvard por meio da sanitarista norte-americana Amy S. Nunn, que já havia trabalhado conosco e que escreveu um livro sobre a resposta brasileira à Aids", acrescenta Bastos.

Boa negociação

Segundo as conclusões dos pesquisadores, entre 2001 e 2005, apesar da redução dos preços dos medicamentos de marca, o custo do país com essas drogas dobrou para US$ 414 milhões. Bastos esclarece que o aumento não se deve ao preço e sim ao crescimento do volume de compras de cinco anti-retrovirais: os patenteados lopinavir-ritonavir, efavirenz, tenofovir, atazanavir e enfurvitida, e um genérico local, que é uma combinação de zidovudina e lamivudina (AZT/3TC). "Se as quantidades compradas tivessem permanecido constantes, o custo total com remédios teria crescido apenas US$ 7 milhões", revela.

Ele afirma que o volume maior de medicamentos se deveu ao crescimento do número de pessoas atendidas pelo Programa Nacional de DST e Aids. Em 1997, logo após a entrada em vigor da

Lei 9.313/1996, que garantiu o acesso universal aos medicamentos anti-retrovirais, havia 36 mil pacientes em tratamento. Atualmente, são 180 mil. "Se não houvesse a redução dos preços conseguida pelo governo, o Brasil teria gasto um total de US$ 2 bilhões com os anti-retrovirais", ressalta Bastos. Além disso, a maior sobrevida dos pacientes fez com que muitos criassem resistência aos remédios de primeira linha e passassem a usar os de segunda e até terceira, que são mais novos e, portanto, mais caros.

Para a médica Mariângela Simão, diretora do Programa Nacional de DST e Aids, o sucesso das negociações se deve a dois fatores: a reputação de bom pagador do Brasil e a capacidade de engenharia reversa de drogas (identificar seus ingredientes e as quantias necessárias para poder produzi-las) do país. "Somos um mercado atraente para a indústria farmacêutica", afirma. Segundo ela, a habilidade de produzir nossos próprios medicamentos, como é o caso do efavirenz, também é decisiva na hora de se discutir preços. As negociações desse anti-retroviral levaram o governo a emitir uma licença compulsória (chamada informalmente de 'quebrar a patente') para a droga, o que permitiu sua produção local. "A versão brasileira do remédio deve estar disponível este ano", informa Simão. De acordo com o Ministério da Saúde, a emissão da licença compulsória do efavirenz reduziu em US$ 30 milhões os gastos com o medicamento em 2007.

O aumento do número de pacientes em tratamento não representa uma ameaça à sustentabilidade do programa, segundo avalia a coordenadora. Ela conta que há um planejamento feito pelo Ministério da Saúde com base nos dados obtidos sobre a doença. "Embora haja um crescimento do número de novos casos no Norte e Nordeste, há uma diminuição no Sul e Sudeste. E a tendência que observamos é a de uma estabilização desse número", relata a médica. A cada ano, cerca de 33 mil indivíduos são infectados pelo HIV, mas apenas 18 mil a 20 mil soropositivos iniciam tratamento com anti-retrovirais (os sintomas surgem em média 10 anos após a infecção, mas o tempo pode ser menor ou maior). "Com esses números e o perfil de uso de cada medicamento, é possível planejar o volume de remédios que será necessário para o próximo ano", diz Simão, acrescentando que não é todo remédio que deve ser oferecido pelo governo. "As companhias farmacêuticas têm uma publicidade muito forte, mas a introdução de qualquer droga nova tem que atender as necessidades dos pacientes e não da indústria."

Pouca inovação

Mas nem tudo é sucesso no programa. Bastos informa que, ao contrário dos medicamentos patenteados, os preços dos genéricos produzidos no Brasil vêm aumentando. A razão para isso seria a necessidade de importar os insumos para essas drogas de países como a Índia. Embora a engenharia reversa de drogas no Brasil seja muito boa, ela não recebeu o investimento adequado para se desenvolver. "Sem poder de inovação, ficamos à mercê dos produtores de insumos e dos grandes laboratórios, pois nossa habilidade de barganha fica limitada", diz o sanitarista.

Segundo ele, o problema começou quando o Brasil se tornou signatário do Tratado sobre Direitos de Propriedade Intelectual (Trips, na sigla em inglês), em 1997. Embora o acordo previsse um período de transição de 10 anos, até sua implementação, o governo do então presidente Fernando Henrique Cardoso cedeu às pressões e abriu mão desse período, bem como da restrição de *pipeline*, que protegia tecnologias que já estivessem em desenvolvimento. "Nosso avanço tecnológico ficou travado. O Brasil, que era um dos pioneiros do mercado de genéricos, perdeu a corrida para outros países", observa Bastos, lembrando que o efavirenz produzido aqui será mais caro que o feito com insumos da Índia. "Mas é preciso fazê-lo mesmo assim, pois precisamos obter a capacidade de produção. O risco de dependermos dos outros é que amanhã talvez eles não estejam mais lá. A Índia, por exemplo, vai fazer parte do Trips este ano e isso pode criar problemas para sua indústria de genéricos."

Simão lembra que há um custo nacional envolvido na produção local na forma de taxas e impostos e de diferentes leis trabalhistas. "Além disso, a Índia tem uma produção de escala, que barateia o custo. Fora o fato de produzirem sua própria matéria-prima, que reduz substancialmente o preço", ressalta. Mas ela concorda que a dependência dos insumos estrangeiros tem que acabar e afirma que essa é uma prioridade do governo.

Para Bastos, o saldo positivo de US$ 1,2 bilhão prova que os investimentos têm que continuar e o parque industrial não pode ser desmontado. "Se não fosse a engenharia reversa, teríamos pago muito mais", conclui. A coordenadora completa dizendo que o investimento do governo no complexo industrial de saúde (o chamado PAC da saúde) prevê investimentos nos Laboratórios Oficiais de Medicamentos para a produção pública e a transferência de tecnologia de farmacoquímicos estratégicos para o país. "O objetivo é que o Brasil domine todas as etapas de fabricação dos anti-retrovirais, desde a matéria-prima até o empacotamento", revela.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

GENÉTICA Pesquisadores buscam identificar genes responsáveis pela doença

A epilepsia segundo a genética

O mistério relacionado às causas da epilepsia começa a ser esclarecido. Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) constataram que a epilepsia de lobo temporal mesial, uma das formas mais recorrentes da doença, apresenta uma base genética diferenciada. O grupo comparou o que ocorre nas células cerebrais de portadores dessa epilepsia na forma esporádica (sem predisposição genética) e na forma familial (com antecedentes na família) e de não-portadores. Embora os resultados ainda sejam preliminares, acredita-se que a descoberta poderá levar à identificação dos genes responsáveis por esse tipo de epilepsia, proporcionando um maior conhecimento sobre os mecanismos moleculares que tornam o cérebro cronicamente epiléptico e podendo indicar novas formas de tratamento.

Os resultados fazem parte da pesquisa de pós-doutoramento de Cláudia Maurer Morelli, com a supervisão da neurogeneticista Íscia Lopes Cendes, desenvolvida no Laboratório de Genética Molecular do Departamento de Genética Médica (DGM) da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp. O tipo de epilepsia estudado está relacionado à atrofia do hipocampo, região do cérebro ligada à memória. "Uma parte dos pacientes que têm essa forma da doença não responde mais aos medicamentos. Nesse caso, a indicação de retirada cirúrgica do hipocampo pode melhorar as crises epilépticas em até 90%", explica Morelli. Essa parte atrofiada do cérebro extraída nas cirurgias foi a utilizada na pesquisa. No caso dos não-portadores da doença (grupo controle), o hipocampo foi obtido em autópsias.

Visão panorâmica do genoma

Para analisar a estrutura genética dos pacientes, Cláudia Morelli e sua equipe utilizaram uma tecnologia disponibilizada pela Cooperação Interinstitucional de Apoio a Pesquisas sobre o Cérebro (CInAPCe), grupo multidisciplinar coordenado pela Unicamp. A técnica, denominada microarranjo de DNA, e empregada pela primeira vez no Brasil para estudar o cérebro pelo grupo, consiste em um *chip* de última geração com cerca de 47 mil transcritos (RNAs gerados pela ação da enzima RNA polimerase a partir do DNA) dispostos de modo definido e representativos do genoma humano, capaz de fornecer ao pesquisador informações sobre os eventos celulares que desencadeiam a doença. "Ao contrário de outros métodos, que permitem checar apenas poucos genes, essa técnica nos fornece uma visão global do genoma humano e possibilita um melhor entendimento da epilepsia", afirma Morelli.

A pesquisa é iniciada com a extração do material cerebral (de portadores da epilepsia do lobo temporal mesial do tipo esporádico ou familial e de não-portadores) de moléculas genéticas denominadas RNAs mensageiros (mRNAs), sintetizadas nas células a partir de informações contidas nos genes. Como os mRNAs são muito instáveis, os pesquisadores usam técnicas moleculares para transformar cada um em uma 'cópia' molecular, o DNA complementar (cDNA), mais estável. A partir dos cDNAs, são produzidos RNAs complementares (cRNAs), os quais são marcados por fluorescência. Postos em contato com o *chip* de DNA, esses cRNAs 'marcados' ligam-se apenas aos transcritos dos quais se

O *chip* de DNA fornece informações sobre os eventos celulares que desencadeiam a epilepsia de lobo temporal mesial

FOTO DE C. MORELLI

originaram. Isso revela quais são os genes expressos em cada tecido estudado. Para identificar tais genes, o *chip* de DNA é digitalizado (com um escâner): os cRNAs fluorescentes aparecem na imagem como pontos coloridos, e a posição destes permite identificar o gene correspondente.

Os pesquisadores, segundo Morelli, perceberam que a expressão dos genes era diferente entre os diversos portadores da doença e entre portadores e não-portadores. "A diferença de intensidade da expressão gênica pode apontar para alterações na base gênica da epilepsia. Até o momento, identificamos 2,3 mil genes expressos de maneira diferente entre o tecido epiléptico e o tecido dos não-portadores", acrescentou. O resultado chamou a atenção da Sociedade Norte-americana de Epilepsia (AES, na sigla em inglês), que concedeu a Cláudia Morelli um prêmio destinado a jovens cientistas.

O próximo passo do grupo é trabalhar os dados obtidos e descobrir quais genes estão efetivamente relacionados à doença, utilizando técnicas de biologia molecular e ferramentas de bioinformática e estatística. Para isso, os pesquisadores agrupam os genes conforme sua função e verificam se estão atuando ou não na epilepsia. "Se conseguirmos identificar quais são os genes atuantes, poderemos entender melhor os mecanismos responsáveis por essa doença e o que a desencadeia. Além disso, a base de dados gerada por esse estudo certamente abrirá novas frentes de investigação, ampliando a rede de pessoas que podem se beneficiar dos nossos resultados", conclui Morelli.

Rachel Rimas
Ciência Hoje/RJ

ÍNDIOS RECEBEM MATERIAL ETNOLÓGICO • **Os parintintins, que habitam terras indígenas no município de Humaitá (AM), serão a primeira etnia a receber oficialmente material resultante de pesquisas etnológicas. O Museu do Índio, no Rio de Janeiro, firmou um termo de acordo, pelo qual encaminhará à comunidade registros lingüísticos, imagéticos e sonoros referentes à sua cultura. Iniciado em 2000, o projeto Parintintin-Kagwahiwa incluiu a recuperação e o tratamento técnico do acervo do museu e de toda a documentação produzida pelo antropólogo Waud Kracke, da Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, ao longo de mais de 30 anos. O acordo foi firmado durante a inauguração do Centro Cultural Boreí dos Povos Indígenas do Alto Madeira, criado para fortalecer as comunidades do sul do Amazonas na confecção e comercialização de artesanatos e na divulgação do patrimônio cultural indígena da região.**

ENGENHARIA

MAIS SEGURANÇA EM POUSOS E DECOLAGENS

Dia de chuva é sinal de alerta em aeroportos, mas uma nova metodologia de avaliação da condição das pistas pode ajudar a melhorar o grau de segurança das aterrissagens. Trata-se de um método que associa três parâmetros – macrotextura, microtextura e drenabilidade da pista – para caracterizar a aderência dos pneus ao tocar o solo. Quanto maior a aderência, menor o risco de acidentes.

A criação do método é obra do engenheiro de transportes Oswaldo Sansone, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). O engenheiro explica que hoje a avaliação das pistas é feita com um aparelho chamado MuMeter, que simula condições adversas, como pista molhada. Este aparelho, no entanto, apesar de evidenciar problemas na pista, não determina com precisão suas causas. "É aí que entra o novo método, trazendo mais informações às medições feitas pelo MuMeter", diz Sansone.

O método consiste na avaliação da macrotextura (altura e profundidade de vales e picos que existem no asfalto); microtextura (grau de aspereza da pista) e drenabilidade (capacidade do asfalto de escoar a água). A macrotextura é determinada pelo tempo de escoamento de um volume definido de areia no asfalto. Já para medir a microtextura, usa-se um instrumento conhecido como pêndulo britânico. Ao oscilar, ele toca o solo, que pode oferecer maior ou menor resistência ao movimento. Quanto maior a resistência, maior a microtextura e o grau de aderência. A drenabilidade, por sua vez, é medida pelo tempo que a água leva para escoar de um cilindro de acrílico colocado sobre a pista. Quanto mais rápido o escoamento, maior a drenabilidade. As medidas são tomadas em diferentes pontos e depois é feita uma média com os valores obtidos.

"Essas medidas são simples e baratas, e os resultados complementam os do MuMeter. O método é útil principalmente para a manutenção das pistas", enfatiza Sansone, que realizou testes no aeroporto de Congonhas, em São Paulo, entre 2004 e 2005, período após o qual a pista passou por duas intervenções.

FOTO MOACYR LOPES JUNIOR/FOLHA IMAGEM

PALEONTOLOGIA Descobertos em São Paulo fósseis de 80 milhões de anos

Um elo na evolução dos crocodilos

ILUSTRAÇÃO DE RODOLFO NOGUEIRA

Fósseis de um novo crocodilomorfo podem revelar detalhes ainda não esclarecidos sobre a história evolutiva desses animais. Três esqueletos muito bem preservados do *Montealtosuchus arrudacamposi*, que viveu há cerca de 80 milhões de anos, durante o período Cretáceo Superior, podem indicar uma espécie que representa uma fase 'intermediária' entre os exemplares atuais e os primitivos. Os fósseis foram encontrados em Monte Alto, interior de São Paulo, por pesquisadores do Museu de Paleontologia da cidade e do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Até então, os pesquisadores consideravam que os crocodilomorfos primitivos e atuais formavam dois grupos distintos, com características muito divergentes. "Essa descoberta pode projetar a paleontologia brasileira a níveis internacionais, pois irá reescrever a história da evolução dos crocodilos", destaca Ismar de Souza Carvalho, do Departamento de Geologia da UFRJ e coordenador do projeto.

O *M. arrudacamposi* foi considerado um animal atípico, pois se diferencia muito dos jacarés e crocodilos que conhecemos hoje. Ele pesava cerca de 40 kg e media entre 1,30 m e 1,70 m de comprimento. Os membros longos, com garras afiadas, e os olhos dispostos na lateral da cabeça indicam que se tratava de um predador com hábitos totalmente terrestres. O formato de seus membros demonstra que o animal se deslocava com destreza em terra firme, ao contrário dos exemplares atuais.

Apesar das características peculiares, a classificação da nova espécie como uma forma intermediária de crocodilomorfo baseou-se em análises de seu crânio. O formato do palato e a articulação entre crânio e mandíbula revelam aspectos de uma categoria de transição no processo evolutivo desse grupo.

O animal viveu em ambientes de clima predominantemente quente e seco, o que pode indicar o fato de ele ter se adaptado tão bem ao ambiente terrestre. O *M. arrudacamposi* alimentava-se de animais menores e, provavelmente, de carniça. Esse ambiente árido e adverso era também habitado por dinossauros de grande porte, tartarugas aquáticas e outros crocodilomorfos.

Os resultados foram publicados na revista científica neozelandesa *Zootaxa* no final do ano passado. O nome *Montealtosuchus arrudacamposi* é uma homenagem ao município de Monte Alto e ao professor Antônio Celso de Arruda Campos, atual diretor do Museu de Paleontologia de Monte Alto.

ILUSTRAÇÃO DE DEVERSON DA SILVA E RODOLFO NOGUEIRA

Reconstituição digital do crocodilomorfo encontrado em Monte Alto (SP) a partir de tomografias feitas de seu crânio

Igor Waltz
Especial para *Ciência Hoje*/RJ

QUÍMICA Espectrômetro de massa é usado para avaliar qualidade do combustível

Por um biodiesel mais puro

Definir com precisão o teor de pureza do biodiesel – que vem sendo apontado como uma fonte energética alternativa ao diesel comum – ainda é um grande desafio. Para solucionar esse problema, pesquisadores do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveram uma técnica capaz de determinar com precisão e rapidez o padrão de qualidade do biodiesel. O novo método utiliza um espectrômetro de massa para identificar as substâncias presentes nas amostras do combustível.

"O espectrômetro de massa é um equipamento que determina a quantidade precisa de massa correspondente a cada elemento presente no composto, como os monoglicerídeos, diglicerídeos, triglicerídeos, glicerina e resíduos de catalisador, algumas das substâncias que indicam a impureza do combustível. Funciona como uma máquina fotográfica: tira-se uma 'foto' das substâncias existentes nas misturas analisadas e, em seguida, suas ocorrências são reveladas em gráficos detalhados", explica o farmacêutico Rodrigo Catharino, do Laboratório Thomson de Espectrometria de Massas, da Unicamp, onde foi desenvolvido o método. "O espectrômetro de massa ainda possibilita a identificação do nível de degradação do biodiesel, fundamental para conhecer o comportamento do combustível durante o uso e também as suas condições de armazenamento", completa a química Camila Martins Garcia, integrante do Laboratório Phoenix de Catálise e Análise, também da Unicamp, que realiza pesquisas sobre produção de biodiesel.

FOTO DE CAMILA GARCIA

O espectrômetro de massa identifica as substâncias presentes no biodiesel

Escala de qualidade

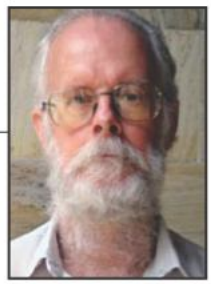
De início, a principal dificuldade enfrentada pelo grupo foi estabelecer um padrão de biodiesel extremamente puro e de qualidade controlada, diferente do que existe no mercado atualmente. Para isso, recorreu-se a Martins Garcia, que trabalha com a síntese do produto a partir de diferentes fontes graxas (óleos ou gorduras), como os óleos de soja, milho, girassol, mamona e da banha e do sebo animal. Ela foi responsável por produzir os biocombustíveis utilizados para a elaboração da escala de qualidade por meio do espectrômetro de massa e por sua posterior purificação, que consiste na eliminação do catalisador e da glicerina. A pesquisadora ressalta, porém, que a purificação não é uma etapa desvinculada da síntese do produto, e, por isso, caso o combustível não seja produzido adequadamente, haverá o comprometimento de sua purificação.

Resultado de uma parceria entre o Instituto de Química da Unicamp, a Petrobras, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), o método poderá ser adotado em breve por este último, se aprovado pelo órgão no processo de avaliação técnica. Futuramente, há a possibilidade de se repetir a parceria entre os pesquisadores da Unicamp e o Inmetro na montagem de uma planta específica para a produção e análise do biocombustível. A busca de melhorias nos sistemas de produção e de avaliação do biodiesel tem como um dos principais objetivos tornar o produto brasileiro ainda mais competitivo no mercado internacional.

Andressa Spata
Ciência Hoje/RJ

Charles R. Clement

Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas,
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
cclement@inpa.gov.br



Biodiversidade: um bem a ser valorizado

A biodiversidade é um recurso estratégico por se tratar de matéria-prima para a bioprospecção e para o desenvolvimento biotecnológico. No entanto, ela não contribui para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de forma proporcional à sua magnitude. Assim, ao falar de biodiversidade como recurso estratégico, estamos tratando de 'potencial', definido como "caráter do que pode ser produzido, mas que ainda não existe". Para adquirir valor econômico, é preciso que haja forte investimento em pesquisa científica, inovação tecnológica e criação de mercados. Mas isso só será possível se a lei que regulamenta o acesso à biodiversidade brasileira facilitar o trabalho da comunidade de pesquisadores do país.

A comunidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) brasileira reclama que a regulamentação de acesso à biodiversidade criada pela Medida Provisória 2.186-16/2001 e pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) é tão onerosa que quase impede o estudo desse recurso e cria obstáculos para saber se ele pode de fato contribuir para o desenvolvimento do país. A questão do acesso a esse bem estratégico é um problema legal relativo: enquanto pesquisadores precisam de autorização do governo federal para coletar uma flor ou uma formiga, o cidadão comum pode fazê-lo sem autorização.

A reclamação da comunidade de P&D estimulou a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência a negociar com o CGEN e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis meios de facilitar o acesso à biodiversidade. Falta ainda estendê-lo para fins de bioprospecção e desenvolvimento biotecnológico, pois só este último é potencialmente capaz de contribuir para o PIB do país.

Em 2007, a Casa Civil da presidência da República coordenou a elaboração de um anteprojeto de lei de acesso facilitado, aberto à consulta pública em novembro, e este artigo é uma contribuição para esse debate. Parto do pressuposto de que a idéia de 'recurso estratégico' cria expectativas exageradas sobre o valor da biodiversidade e do conhecimento tradicional associado (CTA). Para reduzi-las, esse valor será examinado, tomando a Amazônia brasileira como exemplo, pelo fato de a região ser um centro de atenções nacionais e mundiais.

A biodiversidade está se degradando e extinguindo de forma acelerada por ter pouco valor na percepção da sociedade brasileira e mundial atual, embora parte dos formadores de opinião e da população afirme o contrário. O único valor aceito por todos na sociedade é o valor econômico contabilizado pelo PIB. Entre os demais valores, o mais importante são os serviços ecológicos (conservação de água e solo, filtragem e degradação de poluentes, polinização, chuva no Sudeste do Brasil etc.), essenciais à saúde humana e às finanças do país. Ninguém, no entanto, paga para usá-los. Só esse valor justifica a conservação de todos os ecossistemas naturais que ainda existem no Brasil – mas esse é tema para outro artigo.

O valor ético (o direito à vida dos outros seres vivos da natureza) e o valor estético são pouco lembrados. O último valor importante é o das oportunidades, que levará mais tempo para ser consi-

derado, uma vez que exige investimento em pesquisa científica, bioprospecção, desenvolvimento biotecnológico e criação de mercados. É evidente que essa visão míope do valor da biodiversidade não reflete seu valor real, nem a curto nem a longo prazos. Nos últimos séculos, porém, criamos um sistema que reconhece apenas o valor econômico.

Em 2003, o PIB da Amazônia foi de aproximadamente R$ 114 bilhões (7,3% do PIB brasileiro). Desse total, 14,6% tinham relação direta com a biodiversidade, mas nem tudo era nativo. De acordo com o Plano Amazônia Sustentável, o valor que se pode atribuir à biodiversidade nativa é oriundo dos setores madeireiro (R$ 5,3 bilhões) e pesqueiro (R$ 470 milhões). O valor da agricultura tradicional foi estimado em R$ 6,3 bilhões; presume-se que metade tenha se originado de plantas nativas, principalmente mandioca e fruteiras. O agronegócio (R$ 4,5 bilhões) é o quarto componente, envolvendo apenas espécies exóticas. Tudo somado, a biodiversidade amazônica contribuiu com R$ 8,9 bilhões (7,8%) para o PIB da região (0,57% do PIB brasileiro). Esse é um valor muito pequeno, sobretudo se considerarmos que a Amazônia abrange 58% do Brasil e que mais de 17% de seus ecossistemas foram derrubados para gerar esses parcos resultados econômicos.

Será que no passado foi diferente? Afinal, os povos indígenas da Amazônia não participavam da globalização, não tinham indústria de transformação nem lidavam com pecuária ou mineração. Esse passado pode ser avaliado investigando-se as plantas usadas por esses povos e pelas comunidades tradicionais. Assim, a questão é: quantas espécies foram usadas? Essa é uma medida de valor da biodiversidade, embora diferente da usada para medir o PIB.

Na Amazônia brasileira existem cerca de 20 mil espécies de plantas superiores. Os pesquisadores Eduardo Lleras e Angela Leite, da Embrapa Amazônia Ocidental, encontraram, nos três principais herbários da Amazônia, cerca de 3.500 espécies com registro de uso tradicional, muitas das quais com mais de um uso. Esse número representa 17,5% das plantas.

Em um estudo etnobotânico feito na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (AM), o biólogo Sérgio Rocha encontrou 344 espécies de plantas com registro de uso, quase 10% do total da Amazônia brasileira. As plantas eram utilizadas na medicina, na fabricação de artesanato e artefatos tecnológicos, na alimentação, na construção civil e na caça. Algumas plantas eram ocasionalmente comercializadas, e muitas tinham mais de um uso.

O 'uso' envolve uma visão de valor. Já a 'importância' tem relação com reprodução social. Rocha observou que as plantas alimentícias eram mais importantes que as medicinais, e estas, por sua vez, mais importantes que as de interesse tecnológico. Tratando da 'importância', outra forma de ver a questão é examinar o número de plantas cultivadas ou manejadas, pois só as mais importantes merecem esses esforços.

Na Amazônia, pelo menos 138 espécies foram cultivadas ou manejadas na época da conquista européia. Desse total, 83 são nativas da região. Das espécies nativas, 57 são fruteiras de vários tipos, oito são estimulantes, sete são hortaliças ou condimentos, seis possuem raízes comestíveis, três são venenosas, uma produz fibra e outra dá origem a um corante. Algumas têm também valor medicinal. Juntamente com as espécies exóticas originárias de outras partes das Américas, essas 83 espécies foram as mais importantes para os povos indígenas. Esses são os recursos genéticos tradicionais e formam um outro tipo de CTA. As outras 3.417 espécies usadas não foram cultivadas e hoje são chamadas de produtos florestais não-madeireiros.

Agora temos uma visão histórica mais clara. Da rica flora amazônica, quase 20% das espécies foram usadas, mas só uma pequena parte (0,5%) foi de fato importante, pois garantiu a segurança

FOTO JAMES A. FRASER (UNIVERSITY OF SUSSEX, INGLATERRA, E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA)

Moradia e jardim de uma família de caboclos da comunidade Boa Vista, no médio rio Madeira, Amazonas. A casa e os plantios estão em 'terra preta de índio', um tipo de solo de origem antropogênica. A maioria das plantas é útil, mas tem pouco valor comercial

Quanto vale o conhecimento tradicional associado à biodiversidade amazônica? Menos que a biodiversidade, pois se refere apenas a conhecimentos tradicionais sobre plantas agrícolas e produtos florestais não-madeireiros

alimentar dos povos indígenas. Essas proporções são similares às de outras regiões tropicais. Observe também que o percentual é similar ao da biodiversidade amazônica no PIB do Brasil, apontado acima. Se considerarmos os animais e os microrganismos, as proporções são ainda menores, embora alguns animais tenham sido importantes na caça e na pesca de subsistência.

Existem três tipos de conhecimento tradicional associado à biodiversidade: informação sobre uso de espécies, recursos genéticos agrícolas e informação sobre criação e manejo de ecossistemas. Cabe indagar sobre o seu valor.

A criação e o manejo de ecossistemas são essenciais para os povos indígenas e para as comunidades tradicionais, pois representam as práticas agrícolas e de manejo florestal desses indivíduos. Contribuíram para a criação dos castanhais e de outras florestas antropogênicas, bem como para a criação da 'terra preta de índio' e da 'terra mulata', que são muito resistentes ao clima da Amazônia e permitem uma agricultura mais sustentável que a praticada em solos não antrópicos. Esses conhecimentos, no entanto, não têm valor de mercado por se assemelharem a outros conhecimentos comuns na agricultura e na silvicultura moderna.

Na região amazônica, os povos indígenas encontraram uso para cerca de 3.500 espécies, porém menos de 200 delas são ativamente comercializadas nos mercados da Amazônia, do Brasil ou do mundo. Da mesma forma, os povos indígenas domesticaram pelo menos 83 espécies, das quais metade é comercializada na Amazônia e no Brasil, mas raramente no exterior. Embora tenha imenso valor para os povos indígenas e para as comunidades tradicionais, o CTA apresenta reduzido valor de mercado.

À primeira vista isso parece um contra-senso. Então, vale a pena examinar melhor. O CTA relacionado com as plantas amazônicas tem valor para os povos indígenas e para as comunidades tradicionais porque garante sua segurança alimentar, oferece grande variedade de plantas medicinais (que 'substituem' farmácias e postos de saúde no interior e nos centros urbanos) e de produtos empregados em artesanato e na construção ou que são transformados em ferramentas, além de permitir a comercialização de certos produtos nos mercados locais e regionais (em geral pouco valorizados em razão de sua baixa qualidade). Por que então esse imenso valor de subsistência não se transforma automaticamente em valor econômico no mercado?

A razão é simples: quase todos os produtos oriundos do CTA têm similares no mercado urbano e globalizado, quase sempre de melhor qualidade e menor custo. Afinal, as tigelas plásticas substituíram as cuias e cumbucas, as panelas de alumínio substituíram os potes de cerâmica, e a lata de óleo de soja dispensou a extração do óleo de patauá no dia-a-dia do interior. A lista de substituições é longa e raramente lembrada, inclusive pelos povos indígenas e pelas comunidades tradicionais. Tais substituições também geraram uma nova necessidade – dinheiro –, que liga os povos indígenas e as comunidades tradicionais ao mercado globalizado.

Agora, quanto vale o conhecimento tradicional associado à biodiversidade amazônica? Menos que a biodiversidade, pois se refere apenas a conhecimentos tradicionais sobre plantas agrícolas e produtos florestais não-madeireiros, ambos ligados à agricultura tradicional, podendo ser estimado em R$ 3,1 bilhões (2,8% do PIB da Amazônia ou 0,2% do PIB brasileiro). Para os agricultores tradicionais da Amazônia, esse não é um valor desprezível, mas, na forma em que se encontra hoje, não é um recurso estratégico para o país. A questão é: como transformar esse potencial em lucro?

A biodiversidade tem imenso valor por seus serviços ecológicos, mas não contribui para o PIB. Para infundir-lhe valor econômico, o único caminho é investir em pesquisa científica, bioprospecção, inovação biotecnológica e criação de mercados. A MP 2.186-16 é um impedimento a tudo isso e precisa ser revogada. O anteprojeto de lei ora em discussão deve liberar o acesso à biodiversidade e ao CTA, respeitados os direitos dos povos indígenas e das comunidades tradicionais, e estimular a inovação. Este último fator requer investimentos muito maiores do que os que o Brasil tem feito até agora. Afinal, queremos que a biodiversidade contribua para o desenvolvimento do país ou vamos deixar que ela se queime no fogo das mudanças climáticas? ■

CIÊNCIA FORENSE Polícia técnica tem novas 'armas' para investigar crimes e preparar laudos periciais

Fechando o cerco

Leonardo Gomes
Laboratório de Eco-epidemiologia de Doença de Chagas, Fundação Oswaldo Cruz

Larvas de diferentes ordens de insetos. A identificação das espécies é fundamental na entomologia forense

ADAPTADO DE CHU & CUTKOMP. *HOW TO KNOW THE IMMATURE INSECTS*. USA: WCB, 1992.

A ciência forense – que se tornou profissão legalizada no início do século 20 e se popularizou na década de 1990 com o advento da análise de DNA – sempre atraiu a atenção do grande público. São exemplos de sucesso o detetive Sherlock Holmes, criado pelo escritor inglês Arthur Conan Doyle, a série televisiva *Quincy*, de Jack Klugman, ou os atuais programas de investigação criminal na tevê. Hoje várias séries criminais, entre elas *Crime Scene Investigation (CSI)*, estão na lista dos 20 programas de televisão mais vistos no mundo.

O lado positivo de tudo isso é que o público passou a respeitar mais a ciência, o que se reflete, por exemplo, na procura por cursos de ciência forense. O número de alunos matriculados na Universidade Chaminade, em Honolulu, passou de 15 para 100 em quatro anos. Na Universidade da Virgínia Ocidental, o curso de ciência forense e investigativa, que em 2000 tinha apenas quatro alunos, é hoje o terceiro maior do *campus*, com mais de 500 alunos. No Brasil o número de estudantes na área também tem crescido.

Enquanto nos Estados Unidos a polícia se preocupa em corresponder às expectativas dos programas nacionais de investigação forense, no Brasil ainda há, em algumas regiões, um longo caminho a percorrer em busca dos padrões internacionais de qualidade para a ciência forense. As análises de DNA exemplificam bem esse quadro. Para obter os níveis de segurança dos exames feitos em laboratórios de referência no exterior, é preciso estabelecer rígidos padrões de qualidade, entre eles calibração periódica de equipamentos, coleta apropriada de material e estabelecimento de procedimentos que minimizem a chance de troca de amostras.

Além disso, novas áreas de pesquisa na ciência forense estão longe de ser exploradas no Brasil e em outros países em desenvolvimento. Uma delas é a entomologia forense, que envolve o estudo de insetos para auxiliar as investigações criminais, principalmente em casos de morte violenta.

Quando moscas-varejeiras, por exemplo, encontram um cadáver, em geral aí depositam ovos, dos quais em pouco tempo eclodem larvas (algumas espécies põem larvas já eclodidas). As larvas alimentam-se dos tecidos em decomposição até atingir a fase de pupa. Portanto, podem ser tomadas como uma espécie de 'relógio biológico' indireto, capaz de indicar o tempo transcorrido entre a morte e a descoberta do cadáver, chamado de 'intervalo pós-morte'. A estimativa desse intervalo baseia-se na comparação de dados sobre o desenvolvimento de insetos obtidos em análises laboratoriais do material (ovos, larvas, pupas e adultos de diferentes espécies) coletado no corpo ou próximo dele.

Mas as informações obtidas a partir do exame de insetos recolhidos em cadáveres permitem outras aplicações de interesse, além da estimativa do intervalo pós-morte. A identificação de espécies pode indicar que o corpo foi afastado do local original do crime, caso uma espécie não ocorra naturalmente na área onde o cadáver foi achado. Se muitas larvas forem encontradas em outra região do corpo, além das cavidades naturais, isso pode indicar algum tipo de traumatismo, possivelmente causado por armas. Com base nos insetos coletados, também é possível saber se o corpo esteve enterrado ou submerso por determinado tempo.

Nos Estados Unidos, no Canadá e em vários países europeus, a entomologia forense já é utilizada com freqüência em investigações criminais. Entre nós, uma tentativa de torná-la mais divulgada e aceita foi a criação, em março de 2007, da Associação Brasileira de Entomologia Forense (www.rc.unesp.br/ib/zoologia/abef).

Inovações

Além das técnicas de DNA e da recente entomologia forense, nos últimos anos surgiram outras áreas de apoio à ciência forense, que no futuro deverão permitir o aperfeiçoamento das investigações criminais e a elaboração de laudos periciais mais precisos, graças ao emprego de novos métodos pelo perito criminal. A determinação do intervalo pós-morte de um cadáver é decisiva em uma investigação criminal, e uma boa estimativa desse intervalo de tempo poderá ser feita com o auxílio de métodos propiciados pelas novas áreas da ciência forense.

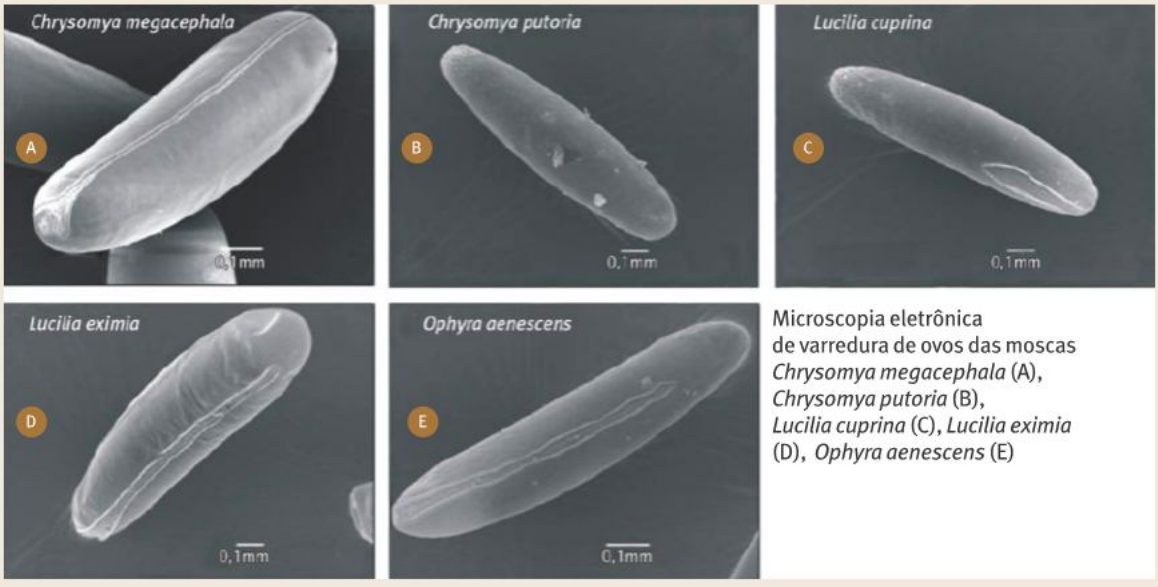
A entomotoxicologia forense trata da análise de insetos para determinar se uma pessoa consumiu drogas ou foi envenenada, a partir da coleta de insetos que se alimentaram do cadáver, principalmente larvas de moscas. Essa área de pesquisa surgiu na década de 1970, quando se demonstrou o acúmulo de ferro, cobre e zinco em moscas-domésticas. Em 1980 a determinação qualitativa de drogas em insetos e cadáveres começou a ser investigada. Nos anos 90, alguns estudos revelaram traços de drogas em larvas de moscas-varejeiras que se alimentavam de corpos em decomposição. Coletadas e levadas ao laboratório, as larvas revelaram a presença de cocaína e morfina em seus tecidos, uma prova de que as pessoas haviam consumido essas drogas.

Nos últimos tempos, a entomotoxicologia forense progrediu bastante e objetiva no futuro estabelecer protocolos de coleta de insetos em cadáveres (ou ao seu redor) e definir uma concentração mínima que permita afirmar categoricamente se uma pessoa consumiu drogas ou não. Esse cuidado é necessário diante do problema da bioacumulação, isto é, da transferência, para gerações seguintes, de substâncias que insetos ingeriram durante sua permanência em um cadáver. Uma geração de moscas, por exemplo, pode vir de pais que se alimentaram do cadáver de uma pessoa que morreu de overdose de cocaína. Se a nova geração de insetos for coletada em um cadáver que teve morte natural, um perito poderá concluir equivocadamente que a pessoa morreu em decorrência do consumo excessivo de drogas.

Ovos, larvas e pupas

Outra tendência é a identificação molecular de insetos de importância forense. Para a determinação do intervalo pós-morte, é essencial reconhecer os insetos que se alimentam de um cadáver. Mas às vezes o

FOTOS JACENIR R. S. MALLET E PALOMA M. MENDONÇA



Microscopia eletrônica de varredura de ovos das moscas *Chrysomya megacephala* (A), *Chrysomya putoria* (B), *Lucilia cuprina* (C), *Lucilia eximia* (D), *Ophyra aenescens* (E)

perito encontra apenas pedaços deles, como partes de uma perna, de uma asa ou do abdome. Por isso, a identificação tende a ser feita a partir do seqüenciamento de DNA, que pode ser extraído de uma porção mínima do inseto. Após o seqüenciamento e consultas a bancos de genes, pode-se chegar à espécie. O procedimento vale tanto para partes de insetos adultos, quanto para ovos, larvas e pupas. Além disso, existe também uma tendência de se criarem chaves taxonômicas para identificação de larvas e ovos com auxílio do microscópio eletrônico de varredura.

Procura-se ainda determinar o tempo em que um ovo, uma larva ou uma pupa está em um cadáver a partir da coleta de uma dessas fases da vida de um inseto e da análise da concentração de seus hidrocarbonetos cuticulares (compostos orgânicos presentes em sua cutícula, típicos de cada espécie). Essa análise permite determinar o tempo em que uma larva vive em um cadáver, o que hoje só pode ser feito com base em exames morfológicos da larva.

Acaralogia e micologia

A acarologia e a micologia forense, estudo dos ácaros e fungos que ocorrem durante a decomposição de um cadáver, despontam também como novas áreas de investigação a serviço da ciência forense.

O levantamento e a análise de ácaros podem determinar o tempo de morte de uma pessoa e oferecer indícios se ela de fato morreu no local onde o corpo foi encontrado. Nesse caso, o especialista compara as espécies que ocorrem naturalmente no solo do local com as identificadas no corpo em decomposição.

A análise de fungos também pode colaborar com outras áreas da ciência forense na estimativa do intervalo pós-morte. Nas diferentes fases de decomposição de um cadáver, uma espécie ou conjunto de espécies de fungos se desenvolve nos tecidos. O estudo dessa sucessão micológica pode indicar o tempo de morte de um indivíduo.

Botânica e palinologia

A botânica forense, estudo de restos vegetais com o fim de elucidar crimes, é uma nova linha de pesquisa que surge no campo da ciência forense. Embora essa área tenha sido explorada nos Estados Unidos na década de 1930, só agora começou a crescer e a auxiliar a polícia em investigações criminais. Em todos os casos foram analisados vegetais encontrados nos cadáveres ou consumidos pelas vítimas antes de morrer, com o objetivo de determinar, principalmente, o local das mortes.

O conhecimento da flora de uma região permite saber se uma pessoa se alimentou de vegetais daquele local. No caso de alguém que morreu a pauladas, por exemplo, o especialista pode, a partir da análise dos tecidos vegetais encontrados na vítima, identificar a espécie de planta que deu origem àquela madeira e dizer se ela ocorre no local onde a pessoa foi encontrada morta.

FOTO M. ALEJANDRA PEROTTI, HENK R. BRAIG E M. LEE GOFF

Os ácaros do gênero *Macrocheles* são importantes em estudos forenses

Além disso, muitas pessoas são encontradas mortas sobre plantas, podendo conter pólen aderido ao corpo, proveniente ou não dessas plantas. A análise desse material, coletado e identificado em um cadáver por um palinologista, pode indicar, assim como a botânica forense, se a pessoa morreu ou não naquele lugar. Essa recente área de estudos é denominada palinologia forense.

Novos avanços

Com o aumento da temperatura global, alguns levantamentos de animais e plantas ficaram prejudicados. Estudo recente feito na Europa indica que houve migração de animais (sobretudo insetos) para outras regiões. Esse quadro dificulta o trabalho do perito, uma vez que o conhecimento do hábitat de insetos pode ser essencial na elucidação de um crime. Houve alterações também no hábitat de plantas, em razão da mudança das condições ambientais ou porque determinado animal passou a dispersar pólen em outro local.

Para que a ciência forense – tanto as áreas de investigação mais antigas quanto as mais recentes – possa obter novos avanços, são desejáveis a padronização de métodos e o estabelecimento definitivo da multidisciplinaridade, com maior integração entre biólogos, paleontólogos, médicos, farmacêuticos, antropólogos, físicos e autoridades judiciais. ■

ZOOLOGIA Invertebrados com cerca de 570 milhões de anos ainda são pouco conhecidos

Testemunhas da evolução

Com sua aparência aveludada e às vezes cores fortes, os onicóforos atraem a atenção de todos que os conhecem, mas poucas pessoas já viram um deles na natureza. Isso porque eles vivem bem escondidos em cavernas, sob pedras e troncos caídos. Além de raros, esses invertebrados exclusivamente terrestres são de grande interesse para a ciência: é um dos grupos de animais mais antigos que existem e estão entre os primeiros seres que deixaram o ambiente aquático para viver na terra firme. Por **Ivo de Sena Oliveira** (ivo.sena@gmail.com) e **Alfredo Hannemann Wieloch** (wieloch@icb.ufmg.br), *Laboratório de Zoologia de Invertebrados* do *Departamento de Zoologia* da *Universidade Federal de Minas Gerais*.

A vida na Terra começou há cerca de 2,7 bilhões de anos com o surgimento de seres extremamente simples, semelhantes a bactérias. Apenas em torno de 600 milhões de anos atrás surgiram organismos mais complexos. Entre eles estavam os onicóforos, animais invertebrados que presenciaram grande parte do processo de evolução da vida e ainda hoje são testemunhas da contínua transformação do planeta. Tais seres faziam parte dos primeiros grupos de animais que saíram da água e habitaram a terra firme, colonizando um ambiente até então inexplorado. Já ocupavam na época – há 570 milhões de anos – a posição de predadores na cadeia alimentar.

Os onicóforos despertam o interesse dos cientistas devido à origem muito antiga, à posição evolutiva incerta e ao aspecto atípico. Esses animais foram descobertos em 1826 pelo naturalista britânico Lansdown Guilding (1797-1831), que os classificou como moluscos, ou seja, parentes de polvos e caracóis, por causa de sua aparência, e chamou-os de "lesmas com pernas". Só em 1853 o zoólogo polonês Adolph E. Grube (1812-1880) percebeu que o grupo era diferente dos moluscos e o classificou em um novo filo, batizado de Onychophora, com base nas palavras gregas *onycho* (garra) e *phora* (portador). Embora os onicóforos sejam pouco conhecidos, alguns os chamam de *Peripatus*, fazendo referência a um dos gêneros desses animais, ou de 'vermes de veludo', por causa de aparência externa (figura 1).

O que são os onicóforos?

O filo Onychophora reúne invertebrados terrestres, de corpo mole e aveludado, que à primeira vista se parecem com lagartas (figura 2). Apresentam variadas cores, desde tons de marrom a verde, azul, amarelo, vermelho, roxo e rosa, e algumas espécies exibem

FOTO DE IVO S. OLIVEIRA

Figura 1. Onicóforo brasileiro que ocorre no Tocantins, de espécie ainda não descrita

SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Figura 2. Onicóforo brasileiro (*Epiperipatus edwardsii*) encontrado no Espírito Santo

mais de uma cor. O corpo é coberto por pequenas papilas compostas por microescamas (figura 3), que conferem o aspecto aveludado típico. Têm pernas carnosas (13 a 43 pares, dependendo da espécie) e não articuladas, com um par de pequenas garras na extremidade, o que justifica o nome dado ao filo.

Acredita-se que o grupo surgiu há cerca de 570 milhões de anos, tendo evoluído de ancestrais marinhos extintos, semelhantes aos atuais anelídeos poliquetos (animais aquáticos aparentados das minhocas) de vida errante, que têm apêndices laterais semelhantes a patas. Tais ancestrais são conhecidos hoje apenas por fósseis. Os onicóforos são um dos mais importantes grupos para os estudos sobre evolução de invertebrados, por conta de suas características e do fato de serem um dos primeiros animais a migrar do mar para a terra, dando origem ao único filo animal sem representantes aquáticos ou semi-aquáticos.

Hoje, são encontrados apenas em regiões tropicais e temperadas do hemisfério Sul, em locais úmidos, mas os fósseis mostram que há milhões de anos o grupo tinha ampla distribuição. Sua extinção em muitas áreas deve-se, possivelmente, a mudanças climáticas ocorridas durante a separação dos continentes. As duas famílias atuais de onicóforos ocorrem em regiões diferentes. A família Peripatidae vive nas Américas Central e do Sul (exceto Chile), no oeste da África e no sudeste da Ásia, enquanto a família Peripatopsidae vive no Chile, no sul da África, na Nova Guiné e ilhas próximas, no leste da Austrália, na Nova Zelândia e na Tasmânia. Tais famílias estão isoladas pelo cinturão árido, nas Américas e na África, e pelo oceano Índico, na Ásia e na Oceania.

Os animais desse grupo têm características morfológicas e fisiológicas similares às dos artrópodes (como crustáceos e insetos) e anelídeos (como as minhocas), sendo considerados um 'elo perdido' da evolução – esse termo, porém, só é usado com fins didáticos, já que transmite a idéia errada de evolução linear. Eles também são chamados de 'fósseis vivos', pois sofreram poucas modificações ao longo de milhões de anos, como se verifica em exemplares muito antigos conservados em âmbar, mas essa denominação deve ser evitada, pois o termo 'fóssil' refere-se apenas a espécimes (de espécies extintas ou não), que morreram e foram conservados, em parte ou completos, por diferentes processos naturais.

Durante muito tempo os cientistas discutiram a posição evolutiva desse grupo. Vários modelos foram sugeridos, sempre relacionando os onicóforos aos anelídeos ou aos artrópodes. De início, eles foram considerados anelídeos evoluídos e adaptados à vida terrestre. Hoje, a proposta válida os considera um grupo irmão dos artrópodes e dos tardígrados, ou ursos d'água, formando com estes um grupo denominado Panarthropoda.

EXTRAÍDO DE RUPPERT & BARNES, *ZOOLOGIA DOS INVERTEBRADOS*, 1996

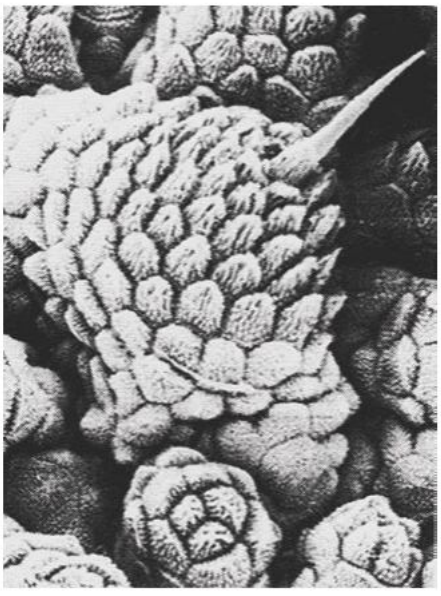


Figura 3. Papila contendo microescamas que dão o aspecto aveludado aos onicóforos

Como vivem e se alimentam

Os onicóforos vivem normalmente sob troncos, pedras e folhas, ao longo de cursos d'água e em cavernas. São mais ativos à noite, quando procuram pequenos artrópodes, como grilos e cupins (figura 4), para se alimentar. Durante o dia eles se ocultam para evitar perda excessiva de água, pois a fina cutícula que os recobre não evita a desidratação, ao contrário da cutícula mais rígida dos artrópodes. Respiram por meio de tubos denominados 'traquéias', que se comunicam com o exterior

SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

Figura 4. Onicóforos e alimentando-se de um pequeno grilo

por orifícios na cutícula, os espiráculos. Estes não têm qualquer mecanismo de fechamento, o que também contribui para a perda de água dos onicóforos durante o dia.

Para se alimentar, esses animais desenvolveram uma estratégia de caça muito interessante, extremamente especializada e única do grupo. A presa é identificada por um leve toque de sua antena e, em seguida, é capturada com a ajuda de um jato de substância adesiva. Semelhante ao 'silicone', essa cola pode ser lançada a até 15 cm de distância e seca instantaneamente ao atingir o alvo. A cola imobiliza a presa e inicia o processo de digestão, pois contém substâncias que degradam proteínas. Esse muco, produzido por glândulas específicas, representa cerca de 11% da massa corporal total de um onicóforo e fica armazenado em túbulos internos que se comunicam com o exterior por duas aberturas (chamadas de papilas adesivas ou orais) situadas perto das antenas. Durante a caça, a cola é disparada ao mesmo tempo pelas duas papilas, em jatos convergentes.

Embora a cola seja extremamente eficaz, sua produção envolve grande custo energético para os onicóforos. Portanto, a relação custo-benefício na escolha da presa é crucial para esses animais. Assim, eles descartam tanto as presas pequenas, já que não cobrirão o custo de produção da cola, quanto as muito grandes, devido ao maior risco de fuga, e os onicóforos evitam usar esse recurso em situações desfavoráveis. O ataque a uma presa gasta cerca de 80% da reserva de cola de um indivíduo. Se esse estoque for usado integralmente, sua reposição pode demorar cerca de 24 dias. Por isso, os onicóforos costumam ingerir toda a cola que usam, para reaproveitar os componentes usados em sua produção. A cola também pode ser usada na defesa contra predadores, mas isso só acontece quando não há chance de fuga, já que o animal depende dela para se alimentar.

Estudos sobre o grupo no Brasil

Conhece-se hoje, em todo o mundo, cerca de 50 gêneros e 170 espécies de onicóforos, a maioria na Austrália, onde vivem 64 espécies (de 36 gêneros). No Brasil, foram descritos quatro gêneros e 11 espécies, mas acredita-se que existam muitas outras ainda sem identificação. A primeira espécie brasileira, *Epiperipatus edwardsii*, foi descrita em 1847, mas desde então poucas pesquisas enfocaram esse grupo.

A espécie brasileira mais estudada, em sua fisiologia e em sua ecologia, é o *Macroperipatus acacioi*, antes enquadrado no gênero *Peripatus*, classificação alterada após uma revisão do grupo na América do Sul. Especialmente para proteger esse onicóforo, foi criada a Estação Ecológica de Tripuí, em Ouro Preto (MG), uma unidade de conservação que constitui um caso atípico de reserva dedicada a um invertebrado. Uma nova espécie, *Macroperipatus machadoi*, com 3,2 cm de comprimento, foi encontrada na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, em Caratinga (MG), e está sendo descrita pelos autores deste artigo.

Por ser um filo extremamente raro e suscetível a impactos ambientais, os onicóforos precisam de atenção especial. A conservação do grupo é importante devido (1) ao excesso de coleta, pois são esteticamente atraentes, (2) ao tamanho reduzido e à baixa densidade de suas populações e (3) ao valor para a compreensão da evolução dos invertebrados. A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) considera todo o filo 'vulnerável' e a lista das espécies ameaçadas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) inclui apenas uma espécie, enquadrada na categoria 'em perigo'. A falta de especialistas que trabalhem com o filo, a escassez de informações bibliográficas e de incentivo para pesquisas com o grupo são as principais barreiras para o avanço dos estudos dos onicóforos no Brasil e, possivelmente, no mundo. ■

Um paraíso de 'exóticos'

Em todo o mundo as ilhas vêm sofrendo com a crescente introdução de animais e plantas vindos de outros lugares. A ilha Anchieta, no litoral norte de São Paulo, é um exemplo desse tipo de desastre ecológico: animais levados para o local há mais de 20 anos afetaram a estrutura da fauna e da flora nativas. O conhecimento das relações entre espécies introduzidas e nativas é essencial para a conservação e recuperação desses ecossistemas. Por **Ariane Dias Alvarez, Ricardo Siqueira Bovendorp, Marina Fleury** e **Mauro Galetti**, do *Laboratório de Biologia da Conservação* (*Departamento de Ecologia*) da *Universidade Estadual Paulista* em Rio Claro.

FOTO DO INSTITUTO FLORESTAL (IF)

Figura 1. Na ilha Anchieta, situada no município de Ubatuba, no litoral de São Paulo, a introdução de espécies vem causando sérios problemas ao funcionamento do ecossistema

As introduções de fauna, acidentais ou deliberadas, vêm causando sérios problemas em várias partes do mundo. A falta de predadores, parasitas ou competidores capazes de regular o crescimento das populações de animais ou vegetais exóticos permite que vários se adaptem e proliferem muito rapidamente nos novos ambientes – é tida como exótica qualquer espécie transferida para uma região onde não existia originalmente. As espécies invasoras podem causar alterações de grande escala na flora e na fauna e na abundância das populações nativas, em alguns casos levando à extinção de espécies locais. A introdução de espécies tem sido apontada como uma das maiores causas de extinções em ecossistemas naturais, principalmente em ilhas oceânicas.

Todas as ilhas costeiras do Brasil estão repletas de espécies exóticas, como jaqueiras, abelhas e caramujos africanos, gatos, cães e pardais, e até espécies brasileiras que não existiam ali, como sagüis, lagartos e outros. Algumas vezes animais e plantas escapam ao controle humano e invadem por acidente os ambientes naturais, e outras espécies são propositadamente soltas nos ecossistemas com diferentes pretextos: para controlar a população de roedores (como a introdução de gatos ou lagartos teiús) e de insetos (como pardais), ou simplesmente para aumentar o número de animais destinados à caça (como javalis e coelhos).

A ilha Anchieta, no litoral de Ubatuba (SP), é um dos principais exemplos no país do impacto negativo da introdução de espécies nesses ambientes. Em março de 1983, essa ilha – com 828 hectares – recebeu cem animais de 15 espécies de mamíferos (figura 1). Para avaliar as conseqüências dessa introdução, 20 anos depois, o Laboratório de Biologia da Conservação da Universidade Estadual Paulista (Rio Claro) pesquisou, com apoio da Fundação Florestal e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, as populações de mamíferos exóticos e nativos encontrados na ilha e seu papel na herbivoria e na predação de sementes e ninhos de aves. Iniciado em 2002, o estudo revelou que, embora algumas espécies não tenham se adaptado ao novo ambiente, seis delas não apenas se estabeleceram como tiveram crescimento populacional excessivo: sagüi-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (figura 2), quati (*Nasua nasua*) e cutias (do gênero *Dasyprocta*).

Ainda que algumas das espécies introduzidas possam ter existido na ilha no passado, suas populações eram controladas por predadores, como jaguatiricas e grandes gaviões, hoje ausentes da ilha.

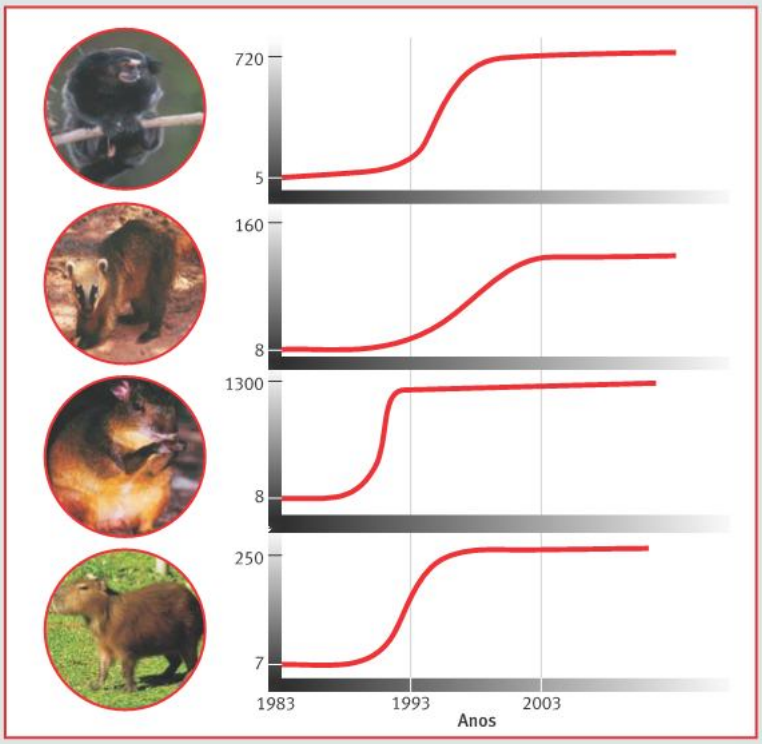


Figura 2. Crescimento populacional das espécies introduzidas na ilha Anchieta. Após 10 anos, espécies como cutia, sagüi e capivara já atingiam altas densidades

Nosso censo mostrou que a densidade de mamíferos na ilha é altíssima (480,21 indivíduos/km²), a maior já encontrada em toda a mata atlântica. Em comparação com censos feitos em outras ilhas, os dados são ainda mais impressionantes. Na ilha de São Sebastião (Ilhabela), distante cerca de 27 km da ilha Anchieta, a densidade de mamíferos atinge apenas 29,85 indivíduos/km². Desde a introdução, a população de cutias cresceu mais de 145 vezes, seguida pelas de tatus-galinhas (134 vezes), de sagüis-de-tufo-preto (130 vezes), de capivaras (41 vezes) e de quatis (11 vezes). As espécies que se tornaram mais abundantes não encontram qualquer predador na ilha Anchieta. Hoje, essa ilha revela claramente como pode ser desastrosa a introdução de espécies em um ambiente isolado, mesmo que a intenção seja a de 'repovoar' esse ambiente.

O 'efeito dominó'

As altas densidades das espécies introduzidas afetam tanto diretamente como indiretamente o restabelecimento da vegetação e a estrutura das comunidades de suas presas, como as aves (figura 3). Embora a ilha Anchieta esteja situada a apenas cerca de 400 m do continente, a diversidade de aves é muito baixa se comparada à dessas áreas. Excluindo-se as aves marinhas e as de ambientes não florestais, as áreas próximas do continente apresentam entre 150 e 200 espécies de aves e Ilhabela tem 118 espécies, enquanto na ilha Anchieta ocorrem somente 72 espécies. Mesmo pequenas áreas de floresta remanescentes no continente comportam mais espécies de aves que essa ilha, o que sugere a extinção de 35% das aves florestais. Essa baixa diversidade pode ser reflexo da alta densidade, na ilha, de predadores de ninhos como sagüis, quatis, gambás e lagartos.

Para testar essa hipótese, investigamos o impacto da alta abundância de predadores por meio de experimentos com ninhos artificiais. O uso de ninhos artificiais é comum em ambientes onde é difícil a localização de ninhos naturais, como em florestas tropicais. Esse método é vantajoso porque o pesquisador pode elaborar mais facilmente seu 'desenho' experimental, ou seja, o número de ninhos utilizados, quais tipos de ovos, qual a distribuição dos ninhos na área e quais tipos de ninhos (no chão ou em diferentes alturas). Nossos experimentos revelaram que a taxa de predação nos ninhos situados no chão da floresta da ilha Anchieta (66%) foi muito superior à que ocorre nas florestas do continente (16%). Os ninhos dispostos a cerca de 1,3 m de altura (figura 4) também sofreram maior predação na ilha (20%), em comparação com o continente (3%). Esses resultados indicam que a reprodução de muitas espécies de aves pode estar sendo prejudicada na ilha, hipótese reforçada pelos censos realizados: não foram registradas aves que fazem ninhos no chão da floresta, como macucos e nhambus, sendo também raras as aves que nidificam em ocos de árvores, como surucuás e pica-paus (esses ninhos são mais vulneráveis aos predadores). No entanto, a presença de aves consumidoras de frutos não florestais é fundamental, principalmente em áreas em recuperação,

Figura 3. 'Efeito dominó' da introdução de espécies na ilha Anchieta: os predadores (sagüis e quatis) afetam negativamente a abundância e a diversidade de aves na ilha, reduzindo indiretamente a dispersão de sementes; as cutias, predando as sementes, e as capivaras, comendo as plântulas, afetam negativamente a regeneração da vegetação

FOTO DE MARINA FLEURY

pois funcionam como 'arquitetos' da regeneração florestal, ao consumirem frutos com polpas e eliminarem as sementes em outras áreas. Assim, as baixas abundância e diversidade de aves afetam diretamente a regeneração da floresta.

A alta densidade de mamíferos também prejudica diretamente a regeneração da vegetação. Estudos ainda em andamento mostram que a ação dos mamíferos predadores de sementes e herbívoros, como cutias e capivaras, dificultam o estabelecimento de muitas espécies de plantas na ilha Anchieta. Plantas que precisam de aves de grande porte para dispersar suas sementes (como bicuíba, palmito e canela) têm baixas taxas de dispersão de sementes, altas taxas de predação de sementes por cutias e elevada mortalidade das mudas ainda jovens por herbivoria de capivaras e cutias.

Para testar o efeito da alta densidade de mamíferos na herbivoria, plantamos, em áreas abertas e fechadas (cercadas) aos herbívoros, 1.080 mudas de quatro espécies: capororoca (*Rapanea ferruginea*), guapuruvú *(Schizolobium parahyba*), a palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o palmito juçara (*Euterpe edulis*) (figura 4). Após um ano, 73% das mudas transplantadas na ilha Anchieta morreram (81% nas áreas acessíveis aos vertebrados e 65% nas áreas fechadas. Ainda que a infestação por insetos (como formigas e gafanhotos) tenha sido comum, o consumo por vertebrados levou a uma maior mortalidade, indicando que a alta densidade de herbívoros vertebrados está reduzindo de modo significativo o estabelecimento de novos indivíduos na ilha. Em longo prazo, essa redução poderá levar a processos irreversíveis de degradação na ilha Anchieta, que passaria a ter uma vegetação composta apenas de espécies com defesas contra herbivoria (denominadas impalatáveis), diminuindo ainda mais a diversidade de espécies na ilha.

Um manejo efetivo

Como na maioria das ilhas onde foram introduzidas espécies exóticas, a ilha Anchieta exibe atualmente um grave problema de superpopulação de herbívoros e predadores de ninhos e sementes. Portanto, para reverter a situação e criar condições para que a floresta se torne madura, é preciso controlar (manejar) as populações de alguns dos animais introduzidos e restabelecer populações de espécies nativas extintas que exercem papel importante no funcionamento da floresta, como as aves que comem frutos grandes. Outras medidas são necessárias, como a construção de poleiros e o plantio de espécies que atraiam animais com grande capacidade de vôo (aves e morcegos), para que tragam sementes de outros locais para a ilha.

O manejo de mamíferos introduzidos tem sido amplamente utilizado em ilhas como Galápagos (América do Sul), Maurício (África) e Nova Zelândia (Oceania). O Brasil teria muito a aprender com as técnicas de controle, acompanhamento e erradicação (completa remoção de algumas espécies) já desenvolvidas nessas ilhas. Já existem algumas iniciativas nesse sentido no país, como o controle da população da garça-vaqueira (*Bubulcus íbis*) em Fernando de Noronha, com coletas de ovos em 2005 e agora com a decisão de eliminar a maioria dos indivíduos. Entretanto, a carência de informações sobre o problema e a falta de uma legislação apropriada dificultam a adoção de medidas de conservação da fauna e da flora silvestres.

Figura 4. Mudas de plantas em área fechada aos herbívoros introduzidos na ilha Anchieta – o estudo mostra que a sobrevivência das mudas nas áreas de exclusão desses animais é maior que nas áreas abertas

No caso da ilha Anchieta, alguns pesquisadores têm sugerido a introdução de predadores, como jaguatiricas, para controlar os herbívoros, mas a medida mostrou-se desastrosa em outros locais (como na Austrália) devido ao aumento da predação das espécies nativas. Outra medida eficaz é a castração dos animais, para reduzir a proliferação, mas os custos são altos e os resultados não ocorrem em curto prazo. Os animais introduzidos na ilha são muito comuns na maioria dos jardins zoológicos, o que os torna pouco atrativos para captura e exposição. Transferi-los para outras ilhas ou para o continente seria levar o problema para outras áreas.

Os impactos que estamos avaliando na ilha Anchieta ocorrem em diversas ilhas brasileiras. Em algumas observa-se uma grande catástrofe biológica, com espécies exóticas atingindo altas densidades e predando aves, ovos de tartarugas marinhas e a vegetação nativa. É essencial que o Brasil, conhecido por sua megabiodiversidade e belezas naturais, tenha leis e profissionais capacitados para atuar nessa área de modo rápido e eficiente. O manejo de espécies exóticas é um campo novo, que requer a capacitação de profissionais específicos, capazes de recuperar nossos 'paraísos ecológicos' ameaçados e transformá-los em ambientes ecologicamente sustentáveis. ■

Residir para preservar

A reabilitação da residência nos centros históricos da América Latina: Cusco (Peru) e Ouro Preto (Brasil)

Rosío Fernández Baça Salcedo

São Paulo, Unesp, 288 p., R$ 48

Em muito boa hora publica-se este livro de Rosío Baça Salcedo. Desdobramento de tese de doutorado defendida pela autora no Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina da Universidade de São Paulo (USP), a obra aborda de modo original o tema da preservação do patrimônio arquitetônico nos centros históricos das cidades sul-americanas. Constitui desde já importante contribuição a um debate que, ano após ano, se renova.

Como relata Salcedo, a sistematização da idéia de preservação de construções de épocas passadas, iniciada na Europa, grosso modo, a partir do século 18, enseja a definição de uma série de teorias do restauro. As divergências entre umas e outras não escondem todavia um viés comum a todas: a ênfase quase exclusiva dada a grandes monumentos individuais, civis ou religiosos. A superação do cânone monumental só viria a ocorrer a partir do segundo pós-guerra. A evidência da crise da cidade – perceptível tanto no *boom* dos mercados imobiliários quanto na decadência e no abandono de amplos setores urbanizados tradicionais – reflete-se, segundo a autora, no conteúdo das chamadas Cartas Internacionais – documentos produzidos em encontros mundiais sobre preservação e restauro, que nortearam políticas públicas de preservação implementadas em nível nacional.

Face à ameaça de descaracterização de setores importantes, testemunhos vivos do processo de formação das cidades, dissemina-se cada vez mais a idéia de que o patrimônio não se restringe aos grandes monumentos, mas inclui também edificações modestas. De resto, trata-se de salvaguardar a 'cultura', e não apenas monumentos arquitetônicos excepcionais. Preservar passa a ser, também e sobretudo, atentar para o 'significado cultural' dos bens simbólicos, materiais e imateriais.

No contexto das grandes operações de 'renovação urbana' dos anos 1960 e 1970 – conhecidas nos Estados Unidos sob a fórmula *urban renewal = negro removal* (renovação urbana significa remoção negra) –, crescem as indagações sobre o sentido da "revitalização". A exposição da autora evidencia como, ao longo do século 20, mudam os vocabulários técnicos e políticos e, com eles, o próprio conceito de patrimônio.

Nesse sentido, um dos maiores interesses deste livro é vir a público no momento em que o vocabulário, e sobretudo os pressupostos do preservacionismo 'culturalista', popularizado a partir da década de 1960, vive um momento de reavaliação. As referências trazidas pela autora e sua própria argumentação demonstram em que medida um conceito antropológico de cultura – fundamento conceitual de importantes operações de preservação nas últimas décadas do século 20 – compete hoje com discursos de extração tipicamente sociológica. Em outras palavras, percebe-se como, atualmente, o discurso da salvaguarda da identidade cultural é confrontado com o argumento da necessidade de proteger classes sociais menos favorecidas.

Significativamente, o palco por excelência desse debate são as operações de recuperação dos centros históricos. Como destaca a autora, muitas dessas operações tiveram como principal conseqüência a expulsão dos residentes. Embora não tratado no livro, é sempre útil lembrar o caso do Pelourinho, em Salvador (BA). Afinal, são conhecidas as conseqüências de uma operação que, como bem observou Roberto Marinho de Azevedo, transformou um Pelourinho privado de moradores em uma espécie de supermercado.

O estudo de Salcedo surge como tentativa a um só tempo analítica e política (trata-se de um trabalho engajado, que não se furta a propor alternativas ao estado atual de coisas) de superação do dilema atual: como conciliar as vantagens (econômicas sobretudo) do potencial turístico dos cen-

tros históricos com as conseqüências nefastas da própria atividade turística – a principal delas, a expulsão dos moradores? O problema é claramente identificado pela autora. Em suas palavras, em virtude sobretudo da atividade turística, "as atividades do comércio e dos serviços concentram-se cada vez mais no lugar da função residencial, ocasionando sua expulsão". A legítima preservação dos centros históricos (de um novo viés preservacionista, subscrito pela autora) depende pois da manutenção e mesmo da reintrodução, ali, da habitação, ou melhor, da habitação de qualidade.

Há uma infinidade de justificações para vincular a salvaguarda dos centros históricos à existência da função residencial. A principal delas é o reconhecimento, hoje praticamente unânime, de que – contrariamente aos ditames do urbanismo moderno – a sobreposição de usos e funções é, sob uma infinidade de aspectos, precondição para a garantia da vitalidade do território urbano como um todo. Salcedo, no entanto, vai além. Em suas palavras, para além do fato de ser "função básica do centro histórico, função permanente, registro de manifestações sociais, condição básica da existência do ser humano", a residência é, fundamentalmente, "a *natureza* do centro histórico" (grifo meu). Em um estudo inscrito no universo das ciências sociais, a naturalização de um fenômeno histórico e, portanto, sociocultural – o processo de formação, consolidação e transformação das cidades –, é a nota dissonante em um trabalho de resto criterioso e elucidativo, e por isso muito bem-vindo.

Otavio Leonídio*
Programa de Pós-graduação em Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

* Autor de *Carradas de razões: Lucio Costa e a arquitetura moderna brasileira*

Dicionário de biografias científicas
Versão brasileira editada por César Benjamin
Rio de Janeiro, Contraponto, 3 volumes – 886 p. R$ 600

Um dicionário que reúne informações sobre a vida e a obra dos principais nomes da ciência de todos os tempos. Assim é esta enciclopédia concebida pelo Conselho Americano das Associações Eruditas e lançada na década de 1970, que finalmente ganha uma edição brasileira. Com ensaios de renomados historiadores e cientistas de todas as partes do mundo, a versão nacional é mais compacta e conta com 329 artigos (25% da edição original).

Dividido em três volumes, o dicionário é valioso não só por ser um importante instrumento de estudo e consulta para estudantes, professores, cientistas e jornalistas, mas também porque narra os erros, desafios e singularidades de cada descoberta ou teoria científica. "A publicação desta obra no Brasil ajuda a preencher a enorme lacuna em materiais relacionados à história da ciência", afirma o editor César Benjamin. Organizado em ordem alfabética, o dicionário também oferece a possibilidade de leitura por nichos temáticos, permitindo que o leitor tenha uma visão global dos avanços e descobertas realizados em determinada área científica.

Um dos muitos atrativos do dicionário é seu caráter multidisciplinar, abrangendo cientistas das mais diversas áreas do conhecimento, épocas e origens. Na versão em língua portuguesa, que levou quatro anos para ser produzida, os organizadores enfatizaram a importância do legado árabe e da matemática chinesa dos tempos antigos, menos conhecidas no país, sem, no entanto, abandonar o trabalho daqueles que contribuíram para a fundação e o amadurecimento da ciência moderna.

Centrada mais nas realizações científicas do que em suas vidas pessoais, a enciclopédia não deixa de abordar os dramas por que passaram os cientistas e os obstáculos que tiveram de superar para que seus trabalhos fossem aceitos e validados. Em suas páginas, notam-se não apenas a história e a filosofia da ciência, mas também os valores e preconceitos de cada época. Entre os 329 biografados, por exemplo, há apenas quatro mulheres e dois brasileiros (Oswaldo Cruz e Carlos Chagas).

Os ensaios são repletos de figuras, equações e gráficos. Cada texto contém uma bibliografia que destaca as obras originais do cientista, bem como de livros escritos sobre ele. Há, ainda, a indicação de edições em língua portuguesa de suas obras. "Uma publicação como essa tem a capacidade de despertar vocações e contribuir para a formação de futuros cientistas", destaca Benjamin.

Rio de Janeiro: cultura, política e conflito
Gilberto Velho (org.)
Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 232 p., R$ 44

A questão das 'diferenças' e dos 'diferentes' é o foco fundador e definidor da antropologia, como explica Gilberto Velho, um dos antropólogos mais destacados do país, na apresentação deste livro, que reúne oito artigos de diferentes pesquisadores, formando um conjunto revelador da complexidade sociopolítica e da heterogeneidade cultural do Rio de Janeiro. A partir de trabalho de campo e observação participante, diferentes aspectos da metrópole são analisados, como a violência, a política na Baixada Fluminense, os bailes *funks*, o mundo do samba (a trajetória de Dona Ivone Lara) e do *heavy metal*, os camelôs e a interação entre raça, classe e gênero em uma boate *gay*. Realizadas no âmbito da pós-graduação em antropologia social do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, as pesquisas, como diz o organizador, procuram escapar de preconceitos e estereótipos na investigação desses fenômenos da vida dessa grande cidade.

HÁ 150 ANOS ERA DESCOBERTO O PRIMEIRO DINOSSAURO QUASE COMPLETO DO MUNDO

Jóia extraída da argila

Dinossauros. Não há criança, jovem ou adulto que não se interesse ou não tenha se interessado um dia por esse fascinante grupo de répteis extintos. Mas talvez poucos saibam como o conhecimento sobre eles foi construído e se desenvolveu para que alcançassem o destaque que têm hoje. Uma das principais descobertas na área está completando 150 anos. Trata-se do dinossauro *Hadrosaurus foulkii*, o primeiro representante relativamente completo desses répteis encontrado no mundo. Para muitos, foi esse achado – e a posterior exibição do esqueleto montado na Academia de Ciências Naturais da Filadélfia, Estados Unidos – que popularizou a paleontologia, ramo da ciência que estuda os registros da vida que outrora existiu na Terra e está preservada nas rochas.

Tudo começou no século 19, na pequena cidade de Haddonfield, no estado de Nova Jersey, costa leste dos Estados Unidos. Naquele tempo poucos profissionais atuavam na pesquisa de organismos extintos, sendo muito comum a ação de coletores de fósseis amadores, que procuravam relíquias em várias partes do mundo. Um deles foi o norte-americano William Parker Foulke (1816-1865). De férias em Haddonfield em 1858, Foulke ouviu falar de "ossos gigantescos" que teriam sido encontrados duas décadas antes por trabalhadores de uma mina de argila calcária na região. Para um amante de fósseis, essa era uma história intrigante demais para não ser investigada.

Graças às suas boas relações com o proprietário da mina, John Hopkins, Foulke obteve permissão para fazer escavações. Primeiro determinou o local exato de ocorrência dos achados feitos anterior-

FOTO ACADEMIA DE CIÊNCIAS NATURAIS DA FILADÉLFIA, ESTADOS UNIDOS

Joseph Leidy (1823-1891) em seu laboratório de pesquisa. Por suas importantes contribuições científicas, é considerado o pai da paleontologia de vertebrados norte-americana

Montagem do dinossauro *Hadrosaurus foulkii* apresentada ao público na década de 1930 no museu da Academia de Ciências Naturais da Filadélfia, Estados Unidos

FOTO ACADEMIA DE CIÊNCIAS NATURAIS DA FILADÉLFIA, ESTADOS UNIDOS

mente na mina, que estava desativada. Depois contratou trabalhadores e por semanas revolveu rochas à procura dos tais ossos gigantes. Pelos relatos conhecidos, a tarefa não foi das mais fáceis. Entre as descobertas feitas, estavam dentes de tubarão e dezenas de conchas fossilizadas (evidências de um mar que 80 milhões de anos antes banhara a costa dos Estados Unidos). Para felicidade de Foulke, seus empregados acabaram encontrando ossos que formavam o esqueleto parcial de um vertebrado de grandes proporções. Mas que tipo de animal seria aquele?

Grande sáurio de Foulke

Quando se certificou de que havia descoberto restos de um animal gigante, Foulke sabia que precisava de ajuda. Ele tinha bom conhecimento de fósseis, mas não o suficiente para identificar o achado. Decidiu então entrar em contato com Joseph Leidy (1823-1891), que fazia carreira na Academia de Ciências Naturais da Filadélfia e era nacionalmente conhecido por importantes pesquisas no campo da paleontologia.

Tendo iniciado sua carreira em 1845, Leidy chegou a visitar a mina de Nova Jersey onde os ossos do animal gigante foram encontrados. Após obter permissão para que os restos fósseis fossem levados para sua instituição, Leidy verificou que se tratava de um réptil do grupo dos dinossauros e deu-lhe o nome de *Hadrosaurus foulkii* (algo como 'o grande sáurio de Foulke'). Para homenagear William Foulke, dedicou-lhe o nome da espécie.

Leidy é responsável por inúmeras outras descobertas, sobretudo de mamíferos fósseis. Publicou cerca de 230 artigos – a maioria notas curtas, como a que escreveu sobre *Hadrosaurus foulkii* – e identificou aproximadamente 300 espécies de animais extintos. Promoveu a pesquisa científica nos Estados Unidos e incentivou novos paleontólogos, como Edward Drinker Cope (1840-1897), um dos mais importantes pesquisadores de vertebrados fósseis de todos os tempos. Por isso Leidy foi merecidamente aclamado 'pai da paleontologia de vertebrados americana'. Sua biografia registra ainda que ele tinha interesse por problemas de saúde pública e foi um dos pioneiros a empregar o microscópio em ciência.

A identificação

Identificar o novo exemplar de dinossauro não foi tarefa árdua para Leidy, pois alguns anos antes, em 1856, ele havia descrito um dente e algumas vértebras da cauda, procedentes dos estados norte-americanos de Montana e Dakota do Sul, muito parecidos com parte dos fósseis encontrados por Foulke. O esqueleto parcial extraído em Haddonfield continha pélvis, parte da mandíbula, da coluna vertebral e dos membros anteriores e posteriores. Na época, *Hadrosaurus foulkii* era a quinta espécie de dinossauro descrita dos Estados Unidos, mas a primeira do mundo a possuir tantas partes preservadas de seu esqueleto. O comprimento estimado do animal era de 7 m, e a altura dos pés à bacia era de aproximadamente 3 m. As rochas onde o réptil foi encontrado pertencem hoje à Formação Woodbury, que se constituiu entre 76 e 73 milhões de anos atrás.

No trabalho original, Leidy concluiu que o dinossauro devia ter hábitos anfíbios, vivendo sempre perto – ou mesmo dentro – de corpos d'água; em terra firme tinha postura semelhante à do canguru, ▸

andando de forma bípede e apoiado na cauda. Entretanto, estudos feitos posteriormente com material de espécies semelhantes a *Hadrosaurus foulkii* desautorizaram parcialmente tais interpretações. Hoje os pesquisadores acreditam que os integrantes do grupo dos hadrossauros, do qual a espécie faz parte, eram animais predominantemente terrestres, que se locomoviam com o corpo em postura mais horizontal, isto é, com a cabeça e parte do dorso mais voltadas para frente e a cauda só raramente tocando o solo. *Hadrosaurus* e formas afins se locomoveriam ainda usando predominantemente os membros posteriores (postura bípede), podendo também apoiar os membros anteriores no chão para andar. Em um ponto, porém, todos concordam com Leidy: o animal alimentava-se de plantas (ver 'Dinossauros bico-de-pato', publicado em http://cienciahoje.uol.com.br/109087).

Importância da descoberta

Para muitos, a grande novidade de *Hadrosaurus foulkii* não é o fato de ele ser o mais completo dos dinossauros encontrados até então, mas de ter sido montado em um museu. A afirmação soa estranha hoje, quando vários exemplares bem completos de *T. rex*, *Velociraptor*, *Santanaraptor*, entre outros, se espalham por centenas de museus em todo o mundo. Mas aquela era a primeira vez que se montava o esqueleto de um dinossauro para apresentá-lo ao público.

Esse trabalho pioneiro se insere em uma perspectiva histórica. O termo *Dinosauria* (que significa algo como 'sáurios terríveis' ou 'que metem medo') foi cunhado em 1842 pelo paleontólogo inglês Richard Owen (1804-1892). Primeiro diretor do Museu Britânico de História Natural, em Londres, Owen reconheceu que alguns ossos fossilizados gigantescos eram de répteis totalmente diferentes dos atuais. Uma vez que todo o material que se conhecia era incompleto, a imaginação de como seriam os répteis do passado não tinha limites, variando desde serpentes gigantes até animais quadrúpedes com chifres na ponta do focinho. Logo, quando Leidy relatou a descoberta de um dinossauro relativamente completo, todas as atenções se voltaram para os Estados Unidos. Aliás, não estão errados os que vêem na descoberta de *Hadrosaurus foulkii* o verdadeiro início da pesquisa de dinossauros nos Estados Unidos, que dominou (e ainda domina) os estudos feitos sobre esses e outros vertebrados fósseis em nível mundial.

Por 10 anos, a descoberta de *H. foulkii* manteve-se mais restrita aos meios acadêmicos. Porém, ao decidir montá-lo, Leidy e seus colegas da Academia de Ciências Naturais da Filadélfia abriram caminho para a maior divulgação que a paleontologia já tinha tido até então. O trabalho de reconstruir o esqueleto foi conduzido pelo artista britânico Benjamin Hawkins, com a participação de Leidy e de Edward Drinker Cope. Todos tinham consciência da importância de se montar um dinossauro, mas ninguém imaginava o sucesso que o feito alcançaria. Todas as expectativas foram superadas.

No primeiro ano após a montagem do animal, o número de visitantes ao museu dobrou. No ano seguinte, triplicou, chegando a 100 mil pessoas – um recorde na ocasião. Para evitar tumultos e danos às peças expostas, a direção teve que reduzir o número de dias da semana em que o museu ficava aberto à visitação e passou a cobrar entrada. Mesmo assim, o assédio ao museu se manteve. Pessoas de todas as partes dos Estados Unidos e do exterior queriam ver de perto um dinossauro 'de verdade'. Logo foram feitas cópias para outras instituições norte-americanas, que tiveram o mesmo efeito sobre o público. Uma cópia de *H. foulkii* também foi montada em Edimburgo, na Escócia.

A partir dessa experiência, a caça aos dinossauros intensificou-se, e novas espécies de animais acabaram sendo encontradas em diferentes partes do mundo, gerando novas montagens de esqueletos. O interesse do público fez com que a sociedade passasse a se preocupar mais com pesquisas sobre espécies extintas, o que possibilitou importantes avanços científicos. Muitos museus foram construídos e houve investimentos em pesquisas ligadas à paleontologia.

Diante da importância do achado, em 1991 *Hadrosaurus foulkii* foi declarado oficialmente o dinossauro do estado de Nova Jersey. Três anos depois, a velha mina onde os ossos do animal foram encontrados passou a ser considerada um marco histórico nacional dos Estados Unidos, ganhando uma placa comemorativa e um pequeno museu.

Em 2006 a equipe de paleontologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro concluiu a primeira montagem de um dinossauro de grande porte no Brasil. Trata-se de *Maxakalisaurus topai*, conhecido popularmente como Dinoprata, por ter sido encontrado no município de Prata, em Minas Gerais. Com 13 m de comprimento, esse dinossauro herbívoro tem praticamente o dobro do tamanho de *Hadrosaurus foulkii*. Espera-se que, como no caso norte-americano, o interesse por pesquisas de fósseis também aumente no país e que novas montagens de dinossauros sejam feitas em museus de diferentes estados brasileiros.

Alexander Kellner
Museu Nacional,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Não à transposição

A transposição de águas do rio São Francisco poderá agravar os problemas econômicos e sociais das comunidades que pretende beneficiar. Tem sido dada ênfase à parte técnica de engenharia, aos custos financeiros e benefícios econômicos que a obra trará para as populações das áreas a serem supridas com a água dos canais, porém o caráter biótico do problema não tem merecido qualquer atenção. As espécies que colonizam os rios das bacias hidrográficas envolvidas não são completamente conhecidas. Não foi feito o inventário das espécies aquáticas, nem estudos de impacto ambiental. A importância econômica da pesca em rios perenizados e da piscicultura de açudes nas bacias receptoras não foi avaliada. Os ecossistemas das regiões receptoras não são irrelevantes na economia da região. Os rios Jaguaribe (CE), Piranhas (RN) e Pajeú (PE), por exemplo, sustentam uma considerável piscicultura e, certamente, sofrerão perdas de espécies com a introdução de predadores como o tucunaré e a piranha, presentes nas águas do rio São Francisco. Os rios temporários do Nordeste brasileiro são notavelmente piscosos. Após as primeiras chuvas de inverno, seus leitos logo se transformam em celeiros de peixes das mais diferentes espécies. Poucos dias depois, nas feiras livres das cidades interioranas, estes peixes são encontrados à venda. As espécies autóctones mantidas em açudes são as que primeiro povoam os rios temporários após as primeiras chuvas. Além de armazenar água para agricultura e para consumo humano e animal, os açudes nordestinos também suportam uma piscicultura diversificada e de grande relevância socioeconômica. A 'desertificação' desses açudes, que resultará da introdução de predadores, terá conseqüências sociais drásticas. Construído para submergir a história das lutas populares de Canudos, o açude de Cocorobó (BA) é um exemplo típico de açude 'desertificado' pela introdução do tucunaré. Com o seu testemunho concreto, ele poderá contribuir agora para um propósito mais nobre: salvar a ictiofauna nordestina de uma ameaça de extinção. Não seria demais dizer, pois, que as águas do São Francisco serão um presente de grego para os ecossistemas e comunidades receptoras.

Jorge Alberto M. R. Rocha
Petrolina, PE

Cada dia melhor

Na edição de junho de 1998 de *CH* foi publicada uma carta minha. Fiquei emocionado ao reler a mesma recentemente. Afinal de contas se passaram quase 10 anos. Como leitor de *CH* há 13 anos gostaria de parabenizar a todos que fazem a revista. A revista está cada dia melhor. Os artigos são aprofundados, mas de fácil leitura e ricamente ilustrados. As seções são variadas e muito interessantes, cheias de novidades. Viva a *CH*! Viva a ciência brasileira!

José Carlos Castelo Branco Ribeiro
Teresina, PI

Um tema atual

Olá, equipe de redação. Que tal os senhores publicarem um artigo de astronomia sobre os quasares. É um tema atual.

Rodrigo Camargo
Por correio eletrônico

✉ *A* CH *publicou na edição de nº 160 um artigo sobre quasares, das astrônomas Elisabete M. G. Dal Pino e Vera Jatenco-Pereira, intitulado 'As fornalhas do universo'. A sugestão, porém, está anotada.*

Felicitações

Tomo a liberdade de felicitar os que fazem esse importante Instituto, em função das informações prestadas por esse grande meio de comunicação. Parabéns.

José Marcolino
Caruaru, PE

Convênio faz falta

Gostaria de agradecer o tempo em que recebi a *CH*. Sou acadêmica de biologia e bolsista de iniciação científica pela Universidade de Caxias do Sul (RS). Até o ano passado, sentia-me extremamente realizada, como estudante, ao receber periodicamente a revista. Depois fiquei por vários meses sem os esclarecimentos globais que o periódico traz. Não tinha mais o privilégio de recebê-la em minha casa. (...) Faço votos de que o convênio seja novamente renovado, e o quanto antes, para sermos mais uma vez contemplados com a possibilidade de acesso a informações tão pertinentes. Continuo leitora, porém com um pouco de dificuldade em adquirir a revista todo mês. Continuem com essas abordagens esclarecedoras e atualizadas sempre. Esperamos confiantes a volta dos exemplares.

Cátia dos Santos Branco
Caxias do Sul, RS

Leitor satisfeito

Gostei do artigo 'As estatísticas no mundo atual' (*CH* 241) e não achei na revista artigo que não merecesse ser publicado. Perdoem-me, mas leio tudo e gosto... Não tenho culpa!

Antonio Pinto da Silva
São Paulo, SP

Correção

• Na entrevista 'Inclusão para superdotados' (*CH* 245) com a educadora Susana Pérez Barreira Pérez, na quarta resposta, onde se lê "alta habilidade na área corporal-sinestésica" deve-se ler "alta habilidade na área corporal-cinestésica".

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

Não à transposição

A transposição de águas do rio São Francisco poderá agravar os problemas econômicos e sociais das comunidades que pretende beneficiar. Tem sido dada ênfase à parte técnica de engenharia, aos custos financeiros e benefícios econômicos que a obra trará para as populações das áreas a serem supridas com a água dos canais, porém o caráter biótico do problema não tem merecido qualquer atenção. As espécies que colonizam os rios das bacias hidrográficas envolvidas não são completamente conhecidas. Não foi feito o inventário das espécies aquáticas, nem estudos de impacto ambiental. A importância econômica da pesca em rios perenizados e da piscicultura de açudes nas bacias receptoras não foi avaliada. Os ecossistemas das regiões receptoras não são irrelevantes na economia da região. Os rios Jaguaribe (CE), Piranhas (RN) e Pajeú (PE), por exemplo, sustentam uma considerável piscicultura e, certamente, sofrerão perdas de espécies com a introdução de predadores como o tucunaré e a piranha, presentes nas águas do rio São Francisco. Os rios temporários do Nordeste brasileiro são notavelmente piscosos. Após as primeiras chuvas de inverno, seus leitos logo se transformam em celeiros de peixes das mais diferentes espécies. Poucos dias depois, nas feiras livres das cidades interioranas, estes peixes são encontrados à venda. As espécies autóctones mantidas em açudes são as que primeiro povoam os rios temporários após as primeiras chuvas. Além de armazenar água para agricultura e para consumo humano e animal, os açudes nordestinos também suportam uma piscicultura diversificada e de grande relevância socioeconômica. A 'desertificação' desses açudes, que resultará da introdução de predadores, terá conseqüências sociais drásticas. Construído para submergir a história das lutas populares de Canudos, o açude de Cocorobó (BA) é um exemplo típico de açude 'desertificado' pela introdução do tucunaré. Com o seu testemunho concreto, ele poderá contribuir agora para um propósito mais nobre: salvar a ictiofauna nordestina de uma ameaça de extinção. Não seria demais dizer, pois, que as águas do São Francisco serão um presente de grego para os ecossistemas e comunidades receptoras.

Jorge Alberto M. R. Rocha
Petrolina, PE

Cada dia melhor

Na edição de junho de 1998 de *CH* foi publicada uma carta minha. Fiquei emocionado ao reler a mesma recentemente. Afinal de contas se passaram quase 10 anos. Como leitor de *CH* há 13 anos gostaria de parabenizar a todos que fazem a revista. A revista está cada dia melhor. Os artigos são aprofundados, mas de fácil leitura e ricamente ilustrados. As seções são variadas e muito interessantes, cheias de novidades. Viva a *CH*! Viva a ciência brasileira!

José Carlos Castelo Branco Ribeiro
Teresina, PI

Um tema atual

Olá, equipe de redação. Que tal os senhores publicarem um artigo de astronomia sobre os quasares. É um tema atual.

Rodrigo Camargo
Por correio eletrônico

✉ *A* CH *publicou na edição de nº 160 um artigo sobre quasares, das astrônomas Elisabete M. G. Dal Pino e Vera Jatenco-Pereira, intitulado 'As fornalhas do universo'. A sugestão, porém, está anotada.*

Felicitações

Tomo a liberdade de felicitar os que fazem esse importante Instituto, em função das informações prestadas por esse grande meio de comunicação. Parabéns.

José Marcolino
Caruaru, PE

Convênio faz falta

Gostaria de agradecer o tempo em que recebi a *CH*. Sou acadêmica de biologia e bolsista de iniciação científica pela Universidade de Caxias do Sul (RS). Até o ano passado, sentia-me extremamente realizada, como estudante, ao receber periodicamente a revista. Depois fiquei por vários meses sem os esclarecimentos globais que o periódico traz. Não tinha mais o privilégio de recebê-la em minha casa. (...) Faço votos de que o convênio seja novamente renovado, e o quanto antes, para sermos mais uma vez contemplados com a possibilidade de acesso a informações tão pertinentes. Continuo leitora, porém com um pouco de dificuldade em adquirir a revista todo mês. Continuem com essas abordagens esclarecedoras e atualizadas sempre. Esperamos confiantes a volta dos exemplares.

Cátia dos Santos Branco
Caxias do Sul, RS

Leitor satisfeito

Gostei do artigo 'As estatísticas no mundo atual' (*CH* 241) e não achei na revista artigo que não merecesse ser publicado. Perdoem-me, mas leio tudo e gosto... Não tenho culpa!

Antonio Pinto da Silva
São Paulo, SP

Correção

• Na entrevista 'Inclusão para superdotados' (*CH* 245) com a educadora Susana Pérez Barreira Pérez, na quarta resposta, onde se lê "alta habilidade na área corporal-sinestésica" deve-se ler "alta habilidade na área corporal-cinestésica".

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

Passeio em família

Marco Moriconi

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

Existe uma revista russa de física e matemática pré-universitária que é sensacional, a *Kvant*, cujo único defeito, para mim, é... ser escrita em russo. Mas como sei que ela é ótima, se não leio russo? Por anos, houve uma edição em inglês, chamada naturalmente *Quantum*. Infelizmente, ela terminou. No sítio da revista (em inglês, obviamente), propunham-se problemas interessantes para os leitores. E um deles se destacou, por ser muito simples, porém desconcertante: o problema do passeio da família.

Uma família de quatro pessoas – pai, mãe, filho e filha, respectivamente João, Maria, Juca e Flávia – está passeando de noite e chega a uma ponte. Eles, porém, só têm uma lanterna, que é essencial para atravessar a ponte. Devido ao tamanho da ponte, só duas pessoas podem passar de cada vez. Juca leva 1 minuto para atravessá-la; Flávia, 3; Maria, 8; e João, 10.

Quando duas pessoas atravessam juntas, elas levam o tempo da mais lenta. Exemplo: se Juca e Flávia atravessarem juntos, levarão 3 minutos.

Qual a estratégia que a família deve adotar para atravessar a ponte no menor tempo possível? (Lembre-se de que a lanterna tem que ser usada em cada travessia!).

Antes de continuar a leitura, pegue um pedaço de papel e faça algumas tentativas. Bem, há um modo que pode ser mais trabalhoso, mas certamente será mais divertido: junte alguns amigos, consiga um relógio com cronógrafo e simule o problema.

Chegou a uma resposta? Bem, a estratégia é a seguinte: Juca e Flávia atravessam juntos, em 3 minutos, e Juca volta com a lanterna, em 1 minuto. Agora, vem o pulo-do-gato: João e Maria atravessam juntos, em 10 minutos, e entregam a lanterna para Flávia, que atravessa de volta em 3 minutos para buscar seu irmão. Finalmente, Juca e Flávia atravessam de novo, em 3 minutos.

Tempo mínimo total para a travessia da família: $3 + 1 + 10 + 3 + 3 = 20$ minutos.

O método que utilizamos para resolver esse problema foi o de tentativa e erro (que, aliás, é muito usado em matemática!). Uma vez que se chega a uma solução que parece ser a melhor, resta provar que é a melhor. Mas isso já é parte do desafio aí ao lado. ■

FOTO EMIN OZKAN/SXC

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

No caso em que o número de moedas é ímpar, tudo é possível. Considere a seguinte seqüência de moedas: 50, 1, 1, 1, 1. Se o primeiro jogador pegar a moeda de 50, ele termina o jogo com 52 centavos, e o segundo jogador com dois centavos. No caso em que as moedas estão na ordem 1, 50, 1, 1, 1, o primeiro jogador termina com 3 centavos; o segundo, com 51 centavos.

DESAFIO

Tente mostrar que a mesma família não tem como atravessar a ponte em um tempo menor que 20 minutos.

volume 41

ENTREVISTAS E PERFIS

Quentin Cooper (entrevista). Ciência: uma perspectiva. Por Fred Furtado, p. 6, nº 241.

Peter Indefrey (entrevista). A língua no cérebro. Por Konrad Szczesniak e Cássio L. Vieira, p. 10, nº 242.

Kurt Wüthrich (entrevista). Grande ressonância. Por Fred Furtado, p. 10, nº 243.

Leonardo Gariboldi (entrevista). Occhialini: físico itinerante. Por Antonio A. P. Videira e Cássio L. Vieira, p. 10, nº 244.

Susana Pérez Barrera Pérez (entrevista). Inclusão para superdotados. Por Laura C. Moreira e Célio Yano, p. 8, nº 245.

Andrew Whiteley (entrevista). Amigas invisíveis. Por Cássio L. Vieira e Fred Furtado, p. 10, nº 246.

RESENHAS

As cidades e suas perdas. Renato Lessa, p. 68, nº 241. Resenha do livro *Crônica de duas cidades: Belém e Manaus*, de Benedito Nunes e Milton Hatoum.

Rumo à guerra nas estrelas? Vicente M. Rangel, p. 74, nº 242. Resenha do livro *Direito e política na era espacial*, de José Monserrat Filho.

O grande equívoco. Martín Mackler, p. 74, nº 243. Resenha do livro *Big Bang*, de Simon Singh.

O planeta em frágil equilíbrio. Luiz D. Lacerda, p. 82, nº 244. Resenha do livro *Os senhores do clima*, de Tim Flannery.

Uma lente para olhar o Brasil. Maria Alice R. Carvalho, p. 74, nº 245. Resenha do livro *D. Pedro II*, de José Murilo de Carvalho.

Residir para preservar. Otavio Leonídio, p. 72, nº 246. Resenha do livro *A reabilitação da residência nos centros históricos da América Latina: Cusco (Peru) e Ouro Preto (Brasil)*, de Rosío Fernández Baça Salcedo.

ARTIGOS

(Administração pública) As estatísticas oficiais no mundo atual, Carmem A. Feijó e Elvio Valente, p. 24, nº 241.

(Alzheimer) Quando proteínas são as grandes vilãs. Margaret Magdesian e Débora Foguel, p. 44, nº 243.

(Amazônia) As hidrelétricas e o aquecimento global. Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack, p. 20, nº 245.

(Antraz) O fracasso do bioterrorismo. Jack Woodall, p. 22, nº 242.

(Antropologia) Um exercício de álgebra e parentesco. Roque B. Laraia, p. 38, nº 243.

(Antropologia da música) Os 50 anos da bossa nova: uma estética despojada. Santuza C. Naves, p. 22, nº 246.

Aprendizado da matemática e o cérebro, O. Julia Martinez e Pablo Argibay, p. 26, nº 243.

Aquecimento global, As hidrelétricas e o. Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack, p. 20, nº 245.

(Astrofísica) Astronomia de raios cósmicos: mistério revelado abre nova janela para o universo. João T. Mello Neto, p. 38, nº 245.

(Astrofísica) Fuga quase certa de um buraco negro. Seth Lloyd, p. 32, nº 244.

(Astrofísica) Geometria do magnetismo solar, A. Luiz C.G. Andrade, p. 34, nº 242.

Astronomia de raios cósmicos: mistério revelado abre nova janela para o universo. João T. Mello Neto, p. 38, nº 245.

(Biologia marinha) Viajantes clandestinos. Fabio M. Bastos e Ricardo Coutinho, p. 26, nº 245.

(Biologia molecular) Quando proteínas são as grandes vilãs. Margaret Magdesian e Débora Foguel, p. 44, nº 243.

(Bioquímica) As 'damas de companhia' das proteínas. Carlos H. I. Ramos, p. 44, nº 244.

(Biotecnologia) Enzimas: poderosa ferramenta na indústria. Solange I. Mussato, Marcela Fernandes e Adriane M.F. Milagres, p. 28, nº 242.

Bioterrorismo, O fracasso do. Jack Woodall, p. 22, nº 242.

Bossa nova: uma estética despojada, Os 50 anos da. Santuza C. Naves, p. 22, nº 246.

Buraco negro, Fuga quase certa de um. Seth Lloyd, p. 32, nº 244.

(Chaperonas) As 'damas de companhia' das proteínas. Carlos H.I. Ramos, p. 44, nº 244.

Ciência e o espaço urbano: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro no século 19, A. Flavia M. Lins-de-Barros, p. 38, nº 244.

(Ciências cognitivas) O aprendizado da matemática e o cérebro. Julia Martinez e Pablo Argibay, p. 26, nº 243.

50 anos da bossa nova: uma estética despojada, Os. Santuza C. Naves, p. 22, nº 246.

Damas de companhia' das proteínas, As. Carlos H. I.Ramos, p. 44, nº 244.

Dente adequado para cada um, O. Cástor Cartelle, p. 28, nº 246.

(Doenças amiloidogênicas) Quando proteínas são as grandes vilãs. Margaret Magdesian e Débora Foguel, p. 44, nº 243.

(Ecologia) A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos. Carolina F. Mariani e Marcelo L.M. Pompêo, p. 32, nº 243.

(Ecologia) Invasão de plásticos nos oceanos. Alexander Turra, Auro Maluf e Aruanã B. Manzano, p. 40, nº 246.

(Ecologia) Morcegos e frutos: interação que gera florestas. Marco A.R. Mello, p. 30, nº 241.

(Economia) As estatísticas oficiais no mundo atual, Carmem A. Feijó e Elvio Valente, p. 24, nº 241.

Enxaqueca e seus mistérios, A. Maurice B. Vincent, p. 18, nº 241.

Enzimas: poderosa ferramenta na indústria. Solange I. Mussato, Marcela Fernandes e Adriane M.F. Milagres, p. 28, nº 242.

Estatísticas oficiais no mundo atual, As. Carmem A. Feijó e Elvio Valente, p. 24, nº 241.

(Fermentação) Enzimas: poderosa ferramenta na indústria. Solange I. Mussato, Marcela Fernandes e Adriane M.F. Milagres, p. 28, nº 242.

(Física) Astronomia de raios cósmicos: mistério revelado abre nova janela para o universo. João T. Mello Neto, p. 38, nº 245.

(Física) Geometria do magnetismo solar, A. Luiz C.G. Andrade, p. 34, nº 242.

(Física) Um novo estado da matéria: a superfluidez com pares separados. Heron Caldas, p. 34, nº 246.

Fracasso do bioterrorismo, O. Jack Woodall, p. 22, nº 242.

Frutos: interação que gera florestas, Morcegos e. Marco A.R. Mello, p. 30, nº 241.

Fuga quase certa de um buraco negro. Seth Lloyd, p. 32, nº 244.

(Geografia) A ciência e o espaço urbano: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro no século 19. Flavia M. Lins-de-Barros, p. 38, nº 244.

Geometria do magnetismo solar, A. Luiz C.G. Andrade, p. 34, nº 242.

Hidrelétricas e o aquecimento global, As. Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack, p. 20, nº 245.

(História) A ciência e o espaço urbano: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro no século 19. Flavia M. Lins-de-Barros, p. 38, nº 244.

(Incrustação) Viajantes clandestinos. Fabio M. Bastos e Ricardo Coutinho, p. 26, nº 245.

Infecções pré-históricas, Pistas de. Bárbara B.L. Andrade, Gabriella M.V. Silva, Isabel T. Santos, Priscilla A. Silva e Tatiana E. Magalhães, p. 32, n º 245.

Invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol, A. Vincenzo Lauriola, Arnaldo Carneiro Filho, Jorge da Costa e Gercimar M. Malheiro, p. 50, nº 244.

Invasão de plásticos nos oceanos. Alexander Turra, Auro Maluf e Aruanã B. Manzano, p. 40, nº 246.

Jardim Botânico do Rio de Janeiro no século 19, A ciência e o espaço urbano: o. Flavia M. Lins-de-Barros, p. 38, nº 244.

(Limnologia) A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos. Carolina F. Mariani e Marcelo L.M. Pompêo, p. 32, nº 243.

Magnetismo solar, Geometria do. Luiz C.G. Andrade, p. 34, nº 242.

(Mamíferos) O dente adequado para cada um. Cástor Cartelle, p. 28, nº 246.

Matemática e o cérebro, O aprendizado da. Julia Martinez e Pablo Argibay, p. 26, nº 243.

Matéria: a superfluidez com pares separados, Um novo estado da. Heron Caldas, p. 34, nº 246.

(Microbiologia) O fracasso do bioterrorismo. Jack Woodall, p. 22, nº 242.

Morcegos e frutos: interação que gera florestas. Marco A.R. Mello, p. 30, nº 241.

(Música) Os 50 anos da bossa nova: uma estética despojada. Santuza C. Naves, p. 22, nº 246.

(Neurologia) A enxaqueca e seus mistérios. Maurice B. Vincent, p. 18, nº 241.

(Neurologia) O aprendizado da matemática e o cérebro. Julia Martinez e Pablo Argibay, p. 26, nº 243.

Oceanos, Invasão de plásticos nos. Alexander Turra, Auro Maluf e Aruanã B. Manzano, p. 40, nº 246.

(Pacheco Leão) A enxaqueca e seus mistérios. Maurice B. Vincent, p. 18, nº 241.

(Paleontologia) O dente adequado para cada um. Cástor Cartelle, p. 28, nº 246.

(Paleoparasitologia) Pistas de infecções pré-históricas. Bárbara B.L. Andrade, Gabriella M.V. Silva, Isabel T. Santos, Priscilla A. Silva e Tatiana E. Magalhães, p. 32, n º 245.

Parentesco, Um exercício de álgebra e. Roque B. Laraia, p. 38, nº 243.

Pistas de infecções pré-históricas. Bárbara B.L. Andrade, Gabriella M.V. Silva, Isabel T. Santos, Priscilla A. Silva e Tatiana E. Magalhães, p. 32, n º 245.

Plásticos nos oceanos, Invasão de. Alexander Turra, Auro Maluf e Aruanã B. Manzano, p. 40, nº 246.

(Política energética) As hidrelétricas e o aquecimento global. Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack, p. 20, nº 245.

(Política fundiária) A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol. Vincenzo Lauriola, Arnaldo Carneiro Filho, Jorge da Costa e Gercimar M. Malheiro, p. 50, nº 244.

Qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos, A. Carolina F. Mariani e Marcelo L. M. Pompêo, p. 32, nº 243.

Quando proteínas são as grandes vilãs. Margaret Magdesian e Débora Foguel, p. 44, nº 243.

(Química biológica) A rica polêmica sobre o urânio empobrecido. Marcus F. Oliveira, p. 36, nº 241.

(Radioatividade) A rica polêmica sobre o urânio empobrecido. Marcus F. Oliveira, p. 36, nº 241.

Raios cósmicos: mistério revelado abre nova janela para o universo, Astronomia de. João T. Mello Neto, p. 38, nº 245.

Rica polêmica sobre o urânio empobrecido, A. Marcus F. Oliveira, p. 36, nº 241.

(Roraima) A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol. Vincenzo Lauriola, Arnaldo Carneiro Filho, Jorge da Costa e Gercimar M. Malheiro, p. 50, nº 244.

Sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos, A qualidade do. Carolina F. Mariani e Marcelo L.M. Pompêo, p. 32, nº 243.

Superfluidez com pares separados, Um novo estado da matéria: a. Heron Caldas, p. 34, nº 246.

Terra Indígena Raposa Serra do Sol, A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da. Vincenzo Lauriola, Arnaldo Carneiro Filho, Jorge da Costa e Gercimar M. Malheiro, p. 50, nº 244.

Um exercício de álgebra e parentesco. Roque B. Laraia, p. 38, nº 243.

Um novo estado da matéria: a superfluidez com pares separados. Heron Caldas, p. 34, nº 246.

Urânio empobrecido, A rica polêmica sobre o. Marcus F. Oliveira, p. 36, nº 241.

Viajantes clandestinos. Fabio M. Bastos e Ricardo Coutinho, p. 26, nº 245.

ÍNDICE

SEÇÕES

(Ação afirmativa) Prevenção em saúde e cotas na universidade. Ronir R. Luiz, p. 57, nº 242.

(Acidente vascular encefálico) Reaprendizado mais eficaz. Fernando C. I. Marcucci, p. 76, nº 241.

Ações para a pesquisa biológica. Fred Furtado, p. 48, nº 242.

(Agricultura) Novidade em grãos. Ellen Nemitz, p. 68, nº 244.

(Agricultura) Toda canola comercializada é transgênica? Gilberto O. Tomm, p. 5, nº 241.

(Agronomia) Melhor em pé que deitado. André Marques, p. 56, nº 241.

Algo além do número de espécies. Aliny P. F. Pires, Adriano C. F. Silva e Vinícius F. Farjalla, p. 62, nº 245.

Alimentos mais energéticos, A opção por. Mariana Ferraz, p. 42, nº 242.

Alto risco no açaí. Mariana Ferraz, p. 54, nº 243.

Amazônia, O desafio de proteger a. Sérgio H. Borges e Simone Iwanaga, p. 73, nº 244.

Amazônia: expressão da diversidade cultural. Mariana Ferraz, p. 46, nº 242.

Amazônicas, O uso da floresta por comunidades. Gabriel Medina e Benno Pokorny, p. 76, nº 244.

Ameaça que vem do norte. Daniel C. Carvalho, Denise A. Oliveira e Maria I. Sampaio, p. 80, nº 244.

Angiospermas produzem frutos?, Todas as. Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas? Luciana Chedier, p. 8, nº 242.

(Anpocs) Parcerias dialógicas. Sheila Kaplan, p. 70, nº 244.

(Anti-retrovirais) O preço da marca. Fred Furtado, p. 54, nº 246.

(Antropologia) Esperança nas aldeias xacriabás. Jaime Gesisky, p. 56, nº 245.

(Antropologia) Neonazismo em rede. Rachel Rimas, p. 46, nº 246.

Aos quatro ventos. Ellen Nemitz, p. 50, nº 246.

Aquário natural ameaçado. Martina I. Ilarri, Allan T. Souza, Paulo R. Medeiros, Renato G. Grempel e Cláudio L. S. Sampaio, p. 70, nº 243.

(Aquecimento global) De '*Homo sapo*' a *Homo sapiens*. Mariana Ferraz, p. 56, nº 244.

(Aquecimento global) Paz e segurança climática. Eduardo Viola, p. 22, nº 244.

(Aquecimento global) Uma segunda chance. Franklin Rumjanek, p. 19, nº 245.

Areia de algumas praias desaparece?, Por que, em dias de ressaca, a faixa de. Enise Valentini, p. 9, nº 243

(Astrofísica) Entender o todo a partir do nada. Márcio A. G. Maia, p. 14, nº 242.

(Astronomia) Que movimentos da Terra afetam o clima, além da rotação e da translação? Gilvan S. Oliveira, p. 5, nº 245.

Atenção: etiqueta eletrônica. Célio Yano, p. 60, nº 244.

Banana com sementes. Emília C. Girnos e Raysa V. C. Saraiva, p. 66, nº 242.

Baratas, Vespas contra. Eduardo G. P. Fox e Suzete Bressan-Nascimento, p. 52, nº 246.

Biodiesel mais puro, Por um. Andressa Spata, p. 59, nº 246.

Biodiversidade oculta. Maria B. G. e Souza, p. 71, nº 242.

(Biodiversidade) Algo além do número de espécies. Aliny P. F. Pires, Adriano C. F. Silva e Vinícius F. Farjalla, p. 62, nº 245.

(Biodiversidade) Plataforma de vida marinha. Fred Furtado, p. 58, nº 241.

(Biodiversidade) Um paraíso de 'exóticos'. Ariane D. Alvarez, Ricardo S. Bovendorp, Marina Fleury e Mauro Galetti, p. 69, nº 246.

Biodiversidade: um bem a ser valorizado. Charles R. Clement, p. 60, nº 246.

(Bioengenharia) Nanovacinas: direto ao alvo. José C. Pinto, p. 14, nº 243.

(Bioética) Salvos pelo gongo. Franklin Rumjanek, p. 29, nº 244.

(Biogás) Leite 'verde'. Fabíola Bezerra, p. 40, nº 242.

(Biologia) Ações para a pesquisa biológica. Fred Furtado, p. 48, nº 242.

(Biologia) Colméias vazias. Mariana Ferraz, p. 50, nº 241.

(Biologia) O fim do macho? Franklin Rumjanek, p. 21, nº 246.

(Biologia) O mundo é minha granja. Franklin Rumjanek, p. 11, nº 241.

(Biologia) Rumo ao ser vivo sintético? Sylvia M. C. Alquéres e Orlando B. Martins, p. 14, nº 246.

(Biologia) Um paraíso de 'exóticos'. Ariane D. Alvarez, Ricardo S. Bovendorp, Marina Fleury e Mauro Galetti, p. 69, nº 246.

(Biologia) UTI para espécies migratórias. Henrique Kugler, p. 52, nº 245.

(Biomedicina) Exame de sangue para fibrose hepática. Fabíola Bezerra, p. 52, nº 241.

(Bose-Einstein) Condensado nacional. Fred Furtado, p. 54, nº 242.

(Botânica) Banana com sementes. Emília C. Girnos e Raysa V. C. Saraiva, p. 66, nº 242.

(Botânica) Extrato de picão tem efeito anticancerígeno. Fabíola Bezerra, p. 49, nº 241.

(Botânica) Nem tudo são flores no Pantanal. Ana C. Neves e Flavio A. M. Santos, p. 71, nº 245.

(Botânica) Paisagem urbana alienígena. Adilson R. Santos, Helena G. Bergallo e Carlos F. D. Rocha, p. 68, nº 245.

(Botânica) Por que as árvores do cerrado são retorcidas? André Stella e Isabel Figueiredo, p. 9, nº 246.

(Botânica) Todas as angiospermas produzem frutos? Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas? Luciana Chedier, p. 8, nº 242.

(Caatinga) Passagem animal. Fred Furtado, p. 48, nº 246.

Cachaça: os segredos da fermentação. Carlos A. Rosa, Fátima C. O. Gomes, Carol L. C. Silva, Fernanda Badotti, Cristina R. Viana e Roberta A. C. Araújo, p. 67, nº 243.

Camundongos nocaute. Vânia F. Prado, p. 18, nº 244.

(Câncer) Extrato de picão tem efeito anticancerígeno. Fabíola Bezerra, p. 49, nº 241.

Câncer, Gravidez após o. Andressa Spata, p. 39, nº 242.

Canola comercializada é transgênica?, Toda. Gilberto O. Tomm, p. 5, nº 241.

Carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo?, Quanto tempo demora para um. Vítor H. Pomin e Leonardo Cinelli, p. 8, nº 246.

Cardiomiopatia periparto?, O que é. Que prejuízos a doença pode trazer para o bebê e para a mãe? Helena Martino, p. 4, nº 241.

(Células-tronco) O fim do macho? Franklin Rumjanek, p. 21, nº 246.

(Células-tronco) Salvos pelo gongo. Franklin Rumjanek, p. 29, nº 244.

Cerrado são retorcidas?, Por que as árvores do. André Stella e Isabel Figueiredo, p. 9, nº 246.

Chimpanzé, Memória de. Mario Fiorani, p. 12, nº 245.

(Chomsky) Revolução na lingüística. Konrad Szczesniak, p. 84, nº 244.

(Ciência forense) Fechando o cerco. Leonardo Gomes, p. 63, nº 246.

Ciência jovem. Mariana Ferraz, p. 48, nº 245.

(Ciências da atmosfera) Como acontece o fenômeno dos raios-bola? Antônio C. Pavão, p. 8, nº 246.

(Ciências sociais) Amazônia: expressão da diversidade cultural. Mariana Ferraz, p. 46, nº 242.

(Ciências sociais) Parcerias dialógicas. Sheila Kaplan, p. 70, nº 244.

Ciências, Leitura e escrita em. Rogério G. Nigro, p. 61, nº 241.

Cigarro, O espectro do. Andressa Spata, p. 66, nº 244.

(Climatologia) De '*Homo sapo*' a *Homo sapiens*. Mariana Ferraz, p. 56, nº 244.

Código de barras de DNA: o rabo que abana o cachorro. Antonio M. Solé-Cava, p. 65, nº 245.

Colesterol?, Os produtos à base de quitosana realmente reduzem o. Ana Paula G. Geraldo, p. 8, nº 242.

Colméias vazias. Mariana Ferraz, p. 50, nº 241.

(Combustíveis) Por um biodiesel mais puro. Andressa Spata, p. 59, nº 246.

Como acontece o fenômeno dos raios-bola? Antônio C. Pavão, p. 8, nº 246.

Como é possível identificar corpos que tiveram contato com temperaturas próximas aos 1.000°C? Sergio D. J. Pena, p. 4, nº 241.

Como são feitos os colares e pulseiras luminescentes? O material em seu interior é tóxico? Etelvino Bechara, p. 4, nº 245.

(Comunidades) Amazônia: expressão da diversidade cultural. Mariana Ferraz, p. 46, nº 242.

Condensado nacional. Fred Furtado, p. 54, nº 242.

(Conservação) Resgate de pingüins em Santos. Aline M. Z. Medeiros e Gelson Genaro, p. 54, nº 245.

(Conservação) UTI para espécies migratórias. Henrique Kugler, p. 52, nº 245.

(Controle biológico) Vespas contra baratas. Eduardo G. P. Fox e Suzete Bressan-Nascimento, p. 52, nº 246.

Cotas na universidade, Prevenção em saúde e. Ronir R. Luiz, p. 57, nº 242.

Crime na academia. Maristela Garmes, p. 58, nº 245.

(Criminologia) Fechando o cerco. Leonardo Gomes, p. 63, nº 246.

Crocodilos, Um elo na evolução dos. Igor Waltz, p. 58, nº 246.

Cruzamento de informações. Jaqueline Bartzen, p. 52, nº 242.

Cultural, Amazônia: expressão da diversidade. Mariana Ferraz, p. 46, nº 242.

Da tomada para a estrada. Jaqueline Bartzen, p. 61, nº 243.

(Darwin) Galinhas assassinas. Franklin Rumjanek, p. 21, nº 242.

De '*Homo sapo*' a *Homo sapiens*. Mariana Ferraz, p. 56, nº 244.

(De Forest) Nascimento da eletrônica. Vítor Baranauskas, p. 76, nº 242.

Depressão pode causar a psoríase ou favorecer essa doença?, A. Abdiel F. Lima, p. 9, nº 244.

(Dermatologia) A depressão pode causar a psoríase ou favorecer essa doença? Abdiel F. Lima, p. 9, nº 244.

(Dermatologia) Tratamentos capilares que contêm formol em sua composição podem trazer danos aos cabelos e à saúde? Fabiane M. Brenner, p. 8, nº 244.

Desafio de proteger a Amazônia, O. Sérgio H. Borges e Simone Iwanaga, p. 73, nº 244.

Desenho de mecanismos. Maurício S. Bugarin, p. 20, nº 244.

(Dinossauro) Gigante das Américas. Andressa Spata, p. 58, nº 243.

(Dinossauro) Jóia extraída da argila. Alexander Kellner, p. 74, nº 246.

(Doença de Chagas) Alto risco no açaí. Mariana Ferraz, p. 54, nº 243.

(Doença pulmonar obstrutiva) O espectro do cigarro. Andressa Spata, p. 66, nº 244.

Doenças auto-imunes?, O que são. Joseli Lannes, p. 9, nº 246.

(Doris Lessing) Guerreira incansável. Sonia Zyngier, p. 26, nº 244.

(Dyson) O mundo é minha granja. Franklin Rumjanek, p. 11, nº 241.

É verdade que alguns peixes têm pulmão e podem viver fora da água? José Sabino, p. 4, nº 245.

(Ecologia) Algo além do número de espécies. Aliny P. F. Pires, Adriano C. F. Silva e Vinícius F. Farjalla, p. 62, nº 245.

(Ecologia) Ameaça que vem do norte. Daniel C. Carvalho, Denise A. Oliveira e Maria I. Sampaio, p. 80, nº 244.

(Ecologia) Aquário natural ameaçado. Martina I. Ilarri, Allan T. Souza, Paulo R. Medeiros, Renato G. Grempel e Cláudio L. S. Sampaio, p. 70, nº 243.

(Ecologia) Biodiversidade: um bem a ser valorizado. Charles R. Clement, p. 60, nº 246.

(Ecologia) Colméias vazias. Mariana Ferraz, p. 50, nº 241.

(Ecologia) Nem tudo são flores no Pantanal. Ana C. Neves e Flavio A. M. Santos, p. 71, nº 245.

(Ecologia) O desafio de proteger a Amazônia. Sérgio H. Borges e Simone Iwanaga, p. 73, nº 244.

(Ecologia) O uso da floresta por comunidades amazônicas. Gabriel Medina e Benno Pokorny, p. 76, nº 244.

(Ecologia) Paisagem urbana alienígena. Adilson R. Santos, Helena G. Bergallo e Carlos F. D. Rocha, p. 68, nº 245.

(Ecologia) Passagem animal. Fred Furtado, p. 48, nº 246.

(Ecologia) Perdas em família. Fred Furtado, p. 47, nº 245.

(Ecologia) Quanto tempo uma floresta leva para se recuperar de um incêndio? Como ocorre esse processo? Cláudio B. A. Bohrer, p. 8, nº 243.

ÍNDICE

(Ecologia) Uma estranha na paisagem. Newton Ulhôa, Geraldo W. Fernandes e Jarcilene Almeida-Cortez, p. 70, nº 241.
(Economia) Biodiversidade: um bem a ser valorizado. Charles R. Clement, p. 60, nº 246.
(Economia) Desenho de mecanismos. Maurício S. Bugarin, p. 20, nº 244.
(Educação) Ciência jovem. Mariana Ferraz, p. 48, nº 245.
(Educação) Prevenção em saúde e cotas na universidade. Ronir R. Luiz, p. 57, nº 242.
(Educação ambiental) Os jovens e a conservação de primatas. Fabiana R. do Couto-Santos, Ítalo M. C. Mourthé e Paulina M. Maia-Barbosa, p. 68, nº 242.
(Educação ambiental) Resgate de pingüins em Santos. Aline M. Z. Medeiros e Gelson Genaro, p. 54, nº 245.
(Educação científica) Leitura e escrita em ciências. Rogério G. Nigro, p. 61, nº 241.
Eletrônica, Nascimento da. Vítor Baranauskas, p. 76, nº 242.
(Energia eólica) Aos quatro ventos. Ellen Nemitz, p. 50, nº 246.
(Engenharia) Da tomada para a estrada. Jaqueline Bartzen, p. 61, nº 243.
(Engenharia mecânica) Leite 'verde'. Fabíola Bezerra, p. 40, nº 242.
(Engenharia oceânica) Plataforma de vida marinha. Fred Furtado, p. 58, nº 241.
Entender o todo a partir do nada. Márcio A. G. Maia, p. 14, nº 242.
(Entomologia) Existem moscas brancas? Qual o motivo para essa coloração? Márcia S. Couri, p. 9, nº 242.
(Entomologia) Por que as formigas não caem quando sobem as paredes? Harold Fowler, p. 8, nº 244.
(Entomologia) Vespas contra baratas. Eduardo G. P. Fox e Suzete Bressan-Nascimento, p. 52, nº 246.
(Epigenética) A volta de Lamarck. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 243.
Epilepsia segundo a genética, A. Rachel Rimas, p. 56, nº 246.
Esfíncter artificial. Helen Mendes, p. 64, nº 244.
Espectro do cigarro, O. Andressa Spata, p. 66, nº 244.
Esperança nas aldeias xacriabás. Jaime Gesisky, p. 56, nº 245.
Esquistossomose mansoni, O reconhecimento da. Naftale Katz, p. 76, nº 245.
Eva mitocondrial, A. Marco Moriconi, p. 80, nº 243.
(Evolução) A volta de Lamarck. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 243.
(Evolução) Galinhas assassinas. Franklin Rumjanek, p. 21, nº 242.
(Evolução) Uma segunda chance. Franklin Rumjanek, p. 19, nº 245.
Evolução, Testemunhos vivos da. Ivo S. Oliveira e Alfredo H. Wieloch, p. 66, nº 246.
Exame de sangue para fibrose hepática. Fabíola Bezerra, p. 52, nº 241.
Existem moscas brancas? Qual o motivo para essa coloração? Márcia S. Couri, p. 9, nº 242.
(Extinções) Perdas em família. Fred Furtado, p. 47, nº 245.
(Extração de madeira) O uso da floresta por comunidades amazônicas. Gabriel Medina e Benno Pokorny, p. 76, nº 244.
Extrato de picão tem efeito anticancerígeno. Fabíola Bezerra, p. 49,nº 241.
Fechando o cerco. Leonardo Gomes, p. 63, nº 246.
(Fesbe) Ações para a pesquisa biológica. Fred Furtado, p. 48, nº 242.
Fibrose hepática, Exame de sangue para. Fabíola Bezerra, p. 52, nº 241.
Fim do macho?, O. Franklin Rumjanek, p. 21, nº 246.
(Física) Condensado nacional. Fred Furtado, p. 54, nº 242.
(Física) O gigante minúsculo. Mario N. Balbich, p. 16, nº 244.
(Física) O novo diamante da coroa britânica. Cássio L. Vieira, p. 44, nº 241.
(Física) Se o ouro tem maior resistividade que a prata e o cobre, por que é melhor condutor de eletricidade que esses metais? Marius Koehler, p. 5, nº 241.
(Fisiologia) Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo? Vítor H. Pomin e Leonardo Cinelli, p. 8, nº 246.
(Fisioterapia) Reaprendizado mais eficaz. Fernando C. I. Marcucci, p. 76, nº 241.
(Flor-de-seda) Uma estranha na paisagem. Newton Ulhôa, Geraldo W. Fernandes e Jarcilene Almeida-Cortez, p. 70, nº 241.
Floresta leva para se recuperar de um incêndio?, Quanto tempo uma. Como ocorre esse processo? Cláudio B. A. Bohrer, p. 8, nº 243.
Formigas não caem quando sobem as paredes?, Por que. Harold Fowler, p. 8, nº 244.
Formol em sua composição podem trazer danos aos cabelos e à saúde?, Tratamentos capilares que contêm. Fabiane M. Brenner, p. 8, nº 244.
Galinhas assassinas. Franklin Rumjanek, p. 21, nº 242.
(Genética) Camundongos nocaute. Vânia F. Prado, p. 18, nº 244.
(Genética) Código de barras de DNA: o rabo que abana o cachorro. Antonio M. Solé-Cava, p. 65, nº 245.
(Genética) Como é possível identificar corpos que tiveram contato com temperaturas próximas aos 1.000º C? Sergio D. J. Pena, p. 4, nº 241.
(Genética) Insetos com relógio interno. Patrícia H. Alvarenga, Antonio C. A. Meireles-Filho, Carla Gentile e Alexandre A. Peixoto, p. 73, nº 241.
(Genética) Rumo ao ser vivo sintético? Sylvia M. C. Alquéres e Orlando B. Martins, p. 14, nº 246.
(Genética) Um passo essencial. M. Teresa M. Miranda e César Remuzgo, p. 64, nº 241.
Genética, A epilepsia segundo a. Rachel Rimas, p. 56, nº 246.
(Geografia) Uma ilha em crescimento. Fernando S. Kawakubo, Rúbia G. Morato e Mônica Pavão, p. 62, nº 244.
(Geomedicina) Cruzamento de informações. Jaqueline Bartzen, p. 52, nº 242.
Gigante das Américas. Andressa Spata, p. 58, nº 243.
Gigante minúsculo, O. Mario N. Balbich, p. 16, nº 244.
Gravidez após o câncer. Andressa Spata, p. 39, nº 242.
Guerreira incansável. Sonia Zyngier, p. 26, nº 244.
(Hidrologia) Um salto arriscado. Maurício M. Molisani, Luiz D. Lacerda e Björn Kjerfvue, p. 64, nº 243.
(História da ciência) A micose de Lutz. Flávio Q. Telles, p. 77, nº 245.
(História da ciência) Jóia extraída da argila. Alexander Kellner, p. 74, nº 246.
(História da ciência) Nascimento da eletrônica. Vítor Baranauskas, p. 76, nº 242.
(História da ciência) O reconhecimento da esquistossomose mansoni. Naftale Katz, p. 76, nº 245.
(História da ciência) Revolução na lingüística. Konrad Szczesniak, p. 84, nº 244.
(História da ciência) Um passo essencial. M. Teresa M. Miranda e César Remuzgo, p. 64, nº 241.
(História da ciência) Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica. Felipe A. P. L. Costa, p. 64, nº 242.
(História da ciência) Uma poderosa barreira. Cláudio A. Bonjardim, p. 76, nº 243.
(História do Brasil) O resgate da educação brasileira. Sheila Kaplan, p. 44, nº 242.
(História recente) Neoterrorismo mapeado. Andressa Spata, p. 58, nº 244.
HIV menos resistente, Um. Fred Furtado, p. 56, nº 243.
(Iconografia) Mais que mil palavras. Fred Furtado, p. 51, nº 243.
(Ictiologia) É verdade que alguns peixes têm pulmão e podem viver fora da água? José Sabino, p. 4, nº 245.
(Ilustração científica) Mais que mil palavras. Fred Furtado, p. 51, nº 243.
Infertilidade masculina, A. Jalsi T. Arruda e Kátia K. V. de O. Moura, p. 60, nº 242.
(Informática) Neoterrorismo mapeado. Andressa Spata, p. 58, nº 244.
(Inovação) Ciência jovem. Mariana Ferraz, p. 48, nº 245.
Insetos com relógio interno. Patrícia H. Alvarenga, Antonio C. A. Meireles-Filho, Carla Gentile e Alexandre A. Peixoto, p. 73, nº 241.
(Interferon) Uma poderosa barreira. Cláudio A. Bonjardim, p. 76, nº 243.
(Internet) Neonazismo em rede. Rachel Rimas, p. 46, nº 246.
(Invasão biológica) Uma estranha na paisagem. Newton Ulhôa, Geraldo W. Fernandes e Jarcilene Almeida-Cortez, p. 70, nº 241.
(Isaacs) Uma poderosa barreira. Cláudio A. Bonjardim, p. 76, nº 243.
Jogo do troca-discos, O. Marco Moriconi, p. 80, nº 241.
Jogo japonês de estratégia *go*?, Qual a estrutura e como funciona o. Marco Moriconi e Carlos Tomei, p. 9, nº 244.
(Jogos) Moedas. Marco Moriconi, p. 80, nº 245.
Jóia extraída da argila. Alexander Kellner, p. 74, nº 246.
Jovens e a conservação de primatas, Os. Fabiana R. do Couto-Santos, Ítalo M. C. Mourthé e Paulina M. Maia-Barbosa, p. 68, nº 242.
Lamarck, A volta de. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 243.
Leite 'verde'. Fabíola Bezerra, p. 40, nº 242.
Leitura e escrita em ciências. Rogério G. Nigro, p. 61, nº 241.
(Limnologia) Biodiversidade oculta. Maria B. G. e Souza, p. 71, nº 242.
(Lindemann) Uma poderosa barreira. Cláudio A. Bonjardim, p. 76, nº 243.
Lingüística, Revolução na. Konrad Szczesniak, p. 84, nº 244.
(Literatura) Guerreira incansável. Sonia Zyngier, p. 26, nº 244.
(Magneto resistência gigante) O gigante minúsculo. Mario N. Balbich, p. 16, nº 244.
Magnetoglobus desafia classificações. Felipe Caruso, p. 54, nº 241.
Mais que mil palavras. Fred Furtado, p. 51, nº 243.
Matemágica. Marco Moriconi, p. 88, nº 244.
(Matemática) A Eva mitocondrial. Marco Moriconi, p. 80, nº 243.
(Matemática) Matemágica. Marco Moriconi, p. 88, nº 244.
(Matemática) Missão camelo. Marco Moriconi, p. 80, nº 242.
(Matemática) Moedas. Marco Moriconi, p. 80, nº 245.
(Matemática) O jogo do troca-discos. Marco Moriconi, p. 80, nº 241.
(Matemática) Passeio em família. Mauro Moriconi, p. 78, nº 246.
(Matemática) Qual a estrutura e como funciona o jogo japonês de estratégia *go*? Marco Moriconi e Carlos Tomei, p. 9, nº 244.
(Medicina) A depressão pode causar a psoríase ou favorecer essa doença? Abdiel F. Lima, p. 9, nº 244.
(Medicina) A micose de Lutz. Flávio Q. Telles, p. 77, nº 245.
(Medicina) Alto risco no açaí. Mariana Ferraz, p. 54, nº 243.
(Medicina) Camundongos nocaute. Vânia F. Prado, p. 18, nº 244.
(Medicina) Esfíncter artificial. Helen Mendes, p. 64, nº 244.
(Medicina) Gravidez após o câncer. Andressa Spata, p. 39, nº 242.
(Medicina) Nanovacinas: direto ao alvo. José C. Pinto, p. 14, nº 243.
(Medicina) O espectro do cigarro. Andressa Spata, p. 66, nº 244.
(Medicina) O que é cardiomiopatia periparto? Que prejuízos a doença pode trazer para o bebê e para a mãe? Helena Martino, p. 4, nº 241.
(Medicina) O que é o querubismo? Como é feita a correção? Cássio E. R. Amaral, p. 8, nº 243.
(Medicina) O que são doenças auto-imunes? Joseli Lannes, p. 9, nº 246.
(Medicina) Os produtos à base de quitosana realmente reduzem o colesterol? Ana Paula G. Geraldo, p. 8, nº 242.
(Medicina) Placebo como recompensa. Mario Fiorani, p. 12, nº 241.
(Medicina) Por que é mais difícil encontrar portadores da síndrome de Down em negros e descendentes? Elaine S. O. Rodini, p. 5, nº 245.
(Medicina) Uma imunização mais ampla. Fred Furtado, p. 44, nº 245.
(Medicina legal) Como é possível identificar corpos que tiveram contato com temperaturas próximas aos 1.000°C? Sergio D. J. Pena, p. 4, nº 241.
(Medicina reprodutiva) A infertilidade masculina. Jalsi T. Arruda e Kátia K. V. de O. Moura, p. 60, nº 242.
Melhor em pé que deitado. André Marques, p. 56, nº 241.

ÍNDICE

Memória de chimpanzé. Mario Fiorani, p. 12, nº 245.
(Meselson) Um passo essencial. M. Teresa M. Miranda e César Remuzgo, p. 64, nº 241.
Micose de Lutz, A. Flávio Q. Telles, p. 77, nº 245.
(Microbiologia) Cachaça: os segredos da fermentação. Carlos A. Rosa, Fátima C. O. Gomes, Carol L. C. Silva, Fernanda Badotti, Cristina R. Viana e Roberta A. C. Araújo, p. 67, nº 243.
(Microbiologia) *Magnetoglobus* desafia classificações. Felipe Caruso, p. 54, nº 241.
(Miller) Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica. Felipe A. P. L. Costa, p. 64, nº 242.
Missão camelo. Marco Moriconi, p. 80, nº 242.
Moedas. Marco Moriconi, p. 80, nº 245.
Moscas brancas?, Existem. Qual o motivo para essa coloração? Márcia S. Couri, p. 9, nº 242.
Movimentos da Terra afetam o clima, além da rotação e da translação?, Que. Gilvan S. Oliveira, p. 5, nº 245.
Mundo é minha granja, O. Franklin Rumjanek, p. 11, nº 241.
Nanovacinas: direto ao alvo. José C. Pinto, p. 14, nº 243.
Nascimento da eletrônica. Vítor Baranauskas, p. 76, nº 242.
Nem tudo são flores no Pantanal. Ana C. Neves e Flavio A. M. Santos, p. 71, nº 245.
Neonazismo em rede. Rachel Rimas, p. 46, nº 246.
Neoterrorismo mapeado. Andressa Spata, p. 58, nº 244.
(Neurociência) A opção por alimentos mais energéticos. Mariana Ferraz, p. 42, nº 242.
(Neurociências) Memória de chimpanzé. Mario Fiorani, p. 12, nº 245.
(Neurociências) Placebo como recompensa. Mario Fiorani, p. 12, nº 241.
(Neurologia) A epilepsia segundo a genética. Rachel Rimas, p. 56, nº 246.
(Nobel) Camundongos nocaute. Vânia F. Prado, p. 18, nº 244.
(Nobel) Desenho de mecanismos. Maurício S. Bugarin, p. 20, nº 244.
(Nobel) Guerreira incansável. Sonia Zyngier, p. 26, nº 244.
(Nobel) O gigante minúsculo. Mario N. Balbich, p. 16, nº 244.
(Nobel) Paz e segurança climática. Eduardo Viola, p. 22, nº 244.
(Nobel) Química de superfícies. Fernando Galembeck, p. 24, nº 244.
Nobel 2007, Prêmio. Cássio L. Vieira, p. 16, nº 244.
Novidade em grãos. Ellen Nemitz, p. 68, nº 244.
Novo diamante da coroa britânica, O. Cássio L. Vieira, p. 44, nº 241.
(Oceanografia) Por que, em dias de ressaca, a faixa de areia de algumas praias desaparece? Enise Valentini, p. 9, nº 243.
(Onça) Passagem animal. Fred Furtado, p. 48, nº 246.
(Onicóforo) Testemunhos vivos da evolução. Ivo S. Oliveira e Alfredo H. Wieloch, p. 66, nº 246.
Opção por alimentos mais energéticos, A. Mariana Ferraz, p. 42, nº 242.
Organismos de organismos. Moysés Elias Neto, p. 62, nº 243.
(Ornitologia) Papagaios imitam os sons de outros animais na natureza? Germán A. B. Mahecha, p. 9, nº 243.
Ouro tem maior resistividade que a prata e o cobre, por que é melhor condutor de eletricidade que esses metais?, Se o. Marlus Koehler, p. 5, nº 241.
Paisagem urbana alienígena. Adilson R. Santos, Helena G. Bergallo e Carlos F. D. Rocha, p. 68, nº 245.
(Paleontologia) Gigante das Américas. Andressa Spata, p. 58, nº 243.
(Paleontologia) Jóia extraída da argila. Alexander Kellner, p. 74, nº 246.
(Paleontologia) Um elo na evolução dos crocodilos. Igor Waltz, p. 58, nº 246.
Pantanal, Nem tudo são flores no. Ana C. Neves e Flavio A. M. Santos, p. 71, nº 245.
Papagaios imitam os sons de outros animais na natureza? Germán A. B. Mahecha, p. 9, nº 243.
Parcerias dialógicas. Sheila Kaplan, p. 70, nº 244.
Passagem natural. Fred Furtado, p. 48, nº 246.
Passeio em família. Mauro Moriconi, p. 78, nº 246.
Paz e segurança climática. Eduardo Viola, p. 22, nº 244.
(Pedagogia) O resgate da educação brasileira. Sheila Kaplan, p. 44, nº 242.
Perdas em família. Fred Furtado, p. 47, nº 245.
Pesquisa biológica, Ações para a. Fred Furtado, p. 48, nº 242.
Picão tem efeito anticancerígeno, Extrato de. Fabíola Bezerra, p. 49,nº 241.
Pingüins em Santos, Rresgate de. Aline M. Z. Medeiros e Gelson Genaro, p. 54, nº 245.
(Pinheiro-do-paraná) Melhor em pé que deitado. André Marques, p. 56, nº 241.
(Pirajá da Silva) O reconhecimento da esquistossomose mansoni. Naftale Katz, p. 76, nº 245.
Placebo como recompensa. Mario Fiorani, p. 12, nº 241.
Plataforma de vida marinha. Fred Furtado, p. 58, nº 241.
Por que as árvores do cerrado são retorcidas? André Stella e Isabel Figueiredo, p. 9, nº 246.
Por que as formigas não caem quando sobem as paredes? Harold Fowler, p. 8, nº 244.
Por que é mais difícil encontrar portadores da síndrome de Down em negros e descendentes? Elaine S. O. Rodini, p. 5, nº 245.
Por que, em dias de ressaca, a faixa de areia de algumas praias desaparece? Enise Valentini, p. 9, nº 243.
Por um biodiesel mais puro. Andressa Spata, p. 59, nº 246.
Preço da marca, O. Fred Furtado, p. 54, nº 246.
Prêmio Nobel 2007. Cássio L. Vieira, p. 16, nº 244.
Prevenção em saúde e cotas na universidade. Ronir R. Luiz, p. 57, nº 242.
Primatas, Os jovens e a conservação de. Fabiana R. do Couto-Santos, Ítalo M. C. Mourthé e Paulina M. Maia-Barbosa, p. 68, nº 242.
(Procarionte) *Magnetoglobus* desafia classificações. Felipe Caruso, p. 54, nº 241.
Produtos à base de quitosana realmente reduzem o colesterol?, Os. Ana Paula G. Geraldo, p. 8, nº 242.
Psoríase ou favorecer essa doença? A depressão pode causar a. Abdiel F. Lima, p. 9, nº 244.
Pulmão e podem viver fora da água?, É verdade que alguns peixes têm. José Sabino, p. 4, nº 245.
Qual a estrutura e como funciona o jogo japonês de estratégia *go*? Marco Moriconi e Carlos Tomei, p. 8, nº 244.
Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo? Vítor H. Pomin e Leonardo Cinelli, p. 8, nº 246.
Quanto tempo uma floresta leva para se recuperar de um incêndio? Como ocorre esse processo? Cláudio B. A. Bohrer, p. 8, nº 243.
Que é cardiomiopatia periparto?, O. Que prejuízos a doença pode trazer para o bebê e para a mãe? Helena Martino, p. 4, nº 241.
Que é o querubismo?, O. Como é feita a correção? Cássio E. R. Amaral, p. 8, nº 243.
Que é um transponder?, O. Como funciona? Mauros Campello, p. 9, nº 242.
Que movimentos da Terra afetam o clima, além da rotação e da translação? Gilvan S. Oliveira, p. 5, nº 245.
Que são doenças auto-imunes?, O. Joseli Lannes, p. 8, nº 246.
Querubismo?, O que é o. Como é feita a correção? Cássio E. R. Amaral, p. 8, nº 243.
(Química) Como são feitos os colares e pulseiras luminescentes? O material em seu interior é tóxico? Etelvino Bechara, p. 4, nº 245.
(Química) Por um biodiesel mais puro. Andressa Spata, p. 59, nº 246.
(Química) Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica. Felipe A. P. L. Costa, p. 64, nº 242.
Química de superfícies. Fernando Galembeck, p. 24, nº 244.
Quitosana realmente reduzem o colesterol?, Os produtos à base de. Ana Paula G. Geraldo, p. 8, nº 242.
(Radiação cósmica) Entender o todo a partir do nada. Márcio A. G. Maia, p. 14, nº 242.
Raios-bola?, Como acontece o fenômeno dos. Antônio C. Pavão, p. 8, nº 246.
Reaprendizado mais eficaz. Fernando C. I. Marcucci, p. 76, nº 241.
(Recife artificial) Plataforma de vida marinha. Fred Furtado, p. 58, nº 241.
Reconhecimento da esquistossomose mansoni, O. Naftale Katz, p. 76, nº 245.
Resgate da educação brasileira, O. Sheila Kaplan, p. 44, nº 242.
Resgate de pingüins em Santos. Aline M. Z. Medeiros e Gelson Genaro, p. 54, nº 245.
Revolução na lingüística. Konrad Szczesniak, p. 84, nº 244.
(Ritmos biológicos) Insetos com relógio interno. Patrícia H. Alvarenga, Antonio C. A. Meireles-Filho, Carla Gentile e Alexandre A. Peixoto, p. 73, nº 241.
Rumo ao ser vivo sintético? Sylvia M. C. Alquéres e Orlando B. Martins, p. 14, nº 246.
Saccharomyces) Cachaça: os segredos da fermentação. Carlos A. Rosa, Fátima C. O. Gomes, Carol L. C. Silva, Fernanda Badotti, Cristina R. Viana e Roberta A. C. Araújo, p. 66, nº 243.
Salvos pelo gongo. Franklin Rumjanek, p. 29, nº 244.
(Saúde pública) Como são feitos os colares e pulseiras luminescentes? O material em seu interior é tóxico? Etelvino Bechara, p. 4, nº 245.
(Saúde pública) Cruzamento de informações. Jaqueline Bartzen, p. 52, nº 242.
(Saúde pública) O preço da marca. Fred Furtado, p. 54, nº 246.
(Saussure) Revolução na lingüística. Konrad Szczesniak, p. 84, nº 244.
Se o ouro tem maior resistividade que a prata e o cobre, por que é melhor condutor de eletricidade que esses metais? Marlus Koehler, p. 5, nº 241.
(Segurança pública) Neoterrorismo mapeado. Andressa Spata, p. 58, nº 244.
Ser vivo sintético?, Rumo ao. Sylvia M. C. Alquéres e Orlando B. Martins, p. 14, nº 246.
(Síncrotron) O novo diamante da coroa britânica. Cássio L. Vieira, p. 44, nº 241.
Síndrome de Down em negros e descendentes?, Por que é mais difícil encontrar portadores da. Elaine S. O. Rodini, p. 5, nº 245.
(Sistema de identificação) Atenção: etiqueta eletrônica. Célio Yano, p. 60, nº 244.
(Sociobiologia) Organismos de organismos. Moysés Elias Neto, p. 62, nº 243.
(Sociologia) Crime na academia. Maristela Garmes, p. 58, nº 245.
(Soja) Novidade em grãos. Ellen Nemitz, p. 68, nº 244.
(Spencer) Galinhas assassinas. Franklin Rumjanek, p. 21, nº 242.
(Stahl) Um passo essencial. M. Teresa M. Miranda e César Remuzgo, p. 64, nº 241.
(Taxonomia) Código de barras de DNA: o rabo que abana o cachorro. Antonio M. Solé-Cava, p. 65, nº 245.
(Tecamebas) Biodiversidade oculta. Maria B. G. e Souza, p. 71, nº 242.
(Tecnologia) Aos quatro ventos. Ellen Nemitz, p. 50, nº 246.
(Tecnologia) Atenção: etiqueta eletrônica. Célio Yano, p. 60, nº 244.
(Tecnologia) Esfíncter artificial. Helen Mendes, p. 64, nº 244.
(Tecnologia) Nascimento da eletrônica. Vítor Baranauskas, p. 76, nº 242.
(Tecnologia aeronáutica) O que é um transponder? Como funciona? Mauros Campello, p. 9, nº 242.
Testemunhos vivos da evolução. Ivo S. Oliveira e Alfredo H. Wieloch, p. 66, nº 246.
Toda canola comercializada é transgênica? Gilberto O. Tomm, p. 5, nº 241.
Todas as angiospermas produzem frutos? Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas? Luciana Chedier, p. 8, nº 242.
Transgênica?, Toda canola comercializada é. Gilberto O. Tomm, p. 5, nº 241.
Transponder?, O que é um. Como funciona? Mauros Campello, p. 9, nº 242.
(Transposição de bacias) Um salto arriscado. Mauricio M. Molisani, Luiz D. La-

cerda e Björn Kjerfvue, p. 64, nº 243.
Tratamentos capilares que contêm formol em sua composição podem trazer danos aos cabelos e à saúde? Fabiane M. Brenner, p. 8, nº 244.
(Tucunaré) Ameaça que vem do norte. Daniel C. Carvalho, Denise A. Oliveira e Maria I. Sampaio, p. 80, nº 244.
(Turismo) Aquário natural ameaçado. Martina I. Ilarri, Allan T. Souza, Paulo R. Medeiros, Renato G. Grempel e Cláudio L. S. Sampaio, p. 70, nº 243.
Um elo na evolução dos crocodilos. Igor Waltz, p. 58, nº 246.
Um HIV menos resistente. Fred Furtado, p. 56, nº 243.
Um paraíso de 'exóticos'. Ariane D. Alvarez, Ricardo S. Bovendorp, Marina Fleury e Mauro Galetti, p. 69, nº 246.
Um passo essencial. M. Teresa M. Miranda e César Remuzgo, p. 64, nº 241.
Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica. Felipe A. P. L. Costa, p. 64, nº 242.
Um salto arriscado. Mauricio M. Molisani, Luiz D. Lacerda e Björn Kjerfvue, p. 64, nº 243.
Uma estranha na paisagem. Newton Ulhôa, Geraldo W. Fernandes e Jarcilene Almeida-Cortez, p. 70, nº 241.
Uma ilha em crescimento. Fernando S. Kawakubo, Rúbia G. Morato e Mônica Pavão, p. 62, nº 244.
Uma imunização mais ampla. Fred Furtado, p. 44, nº 245.
Uma poderosa barreira. Cláudio A. Bonjardim, p. 76, nº 243.
Uma segunda chance. Franklin Rumjanek, p. 19, nº 245.
(Unidades de conservação) O desafio de proteger a Amazônia. Sérgio H. Borges e Simone Iwanaga, p. 73, nº 244.
Uso da floresta por comunidades amazônicas, O. Gabriel Medina e Benno Pokorny, p. 76, nº 244.
UTI para espécies migratórias. Henrique Kugler, p. 52, nº 245.
(Vacinas) Uma imunização mais ampla. Fred Furtado, p. 44, nº 245.
(Veículo elétrico) Da tomada para a estrada. Jaqueline Bartzen, p. 61, nº 243.
Vespas contra baratas. Eduardo G. P. Fox e Suzete Bressan-Nascimento, p. 52, nº 246.
(Violência) Crime na academia. Maristela Garmes, p. 58, nº 245.
(Virologia) Um HIV menos resistente. Fred Furtado, p. 56, nº 243.
Volta de Lamarck, A. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 243.
(Wheeler) Organismos de organismos. Moysés Elias Neto, p. 62, nº 243.
Xacriabás, Esperança nas aldeias. Jaime Gesisky, p. 56, nº 245.
(Zoologia) Testemunhos vivos da evolução. Ivo S. Oliveira e Alfredo H. Wieloch, p. 66, nº 246.

AUTORES

ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene. Uma estranha na paisagem, p. 70, nº 241.
ALQUÉRES, Sylvia M.C. e Orlando B. Martins. Rumo ao ser vivo sintético?, p. 14, nº 246.
ALVARENGA, Patrícia H. e outros. Insetos com relógio interno, p. 73, nº 241.
ALVAREZ, Ariane D. e outros. Um paraíso de 'exóticos', p. 69, nº 246.
AMARAL, Cássio E.R. O que é o querubismo? Como é feita a correção?, p. 8, nº 243.
ANDRADE, Bárbara B.L. e outros. Pistas de infecções pré-históricas, p. 32, nº 245.
ANDRADE, Luiz C.G. A geometria do magnetismo solar, p. 34, nº 242.
ARAÚJO, Roberta A.C. e outrros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.
ARGIBAY, Pablo e Julia Martinez. O aprendizado da matemática e o cérebro, p. 26, nº 243.
ARRUDA, Jalsi T. e Kátia K. V. O. Moura. A infertilidade masculina, p. 60, nº 242.
BADOTTI, Fernanda e outros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.
BALBICH, Mario N. O gigante minúsculo, p. 16, nº 244.
BARANAUSKAS, Vítor. Nascimento da eletrônica, p. 76, nº 242.
BARTZEN, Jacqueline. Cruzamento de informações, p. 52, nº 242.
BARTZEN, Jacqueline. Da tomada para a estrada, p. 61, nº 243.
BASTOS, Fabio M. e Ricardo Coutinho. Viajantes clandestinos, p. 26, nº 245.
BECHARA, Etelvino. Como são feitos os colares e pulseiras luminescentes? O material em seu interior é tóxico?, p. 4, nº 245.
BERGALLO, Helena G. e outros. Paisagem urbana alienígena, p. 68, nº 245.
BEZERRA, Fabíola. Exame de sangue para fibrose hepática, p. 52, nº 241.
BEZERRA, Fabíola. Extrato de picão tem efeito anticancerígeno, p. 49,nº 241.
BEZERRA, Fabíola. Leite 'verde', p. 40, nº 242.
BOHRER, Cláudio B.A. Quanto tempo uma floresta leva para se recuperar de um incêndio? Como ocorre esse processo?, p. 8, nº 243.
BONJARDIM, Cláudio A. Uma poderosa barreira, p. 76, nº 243.
BORGES, Sérgio H. e Simone Iwanaga. O desafio de proteger a Amazônia, p. 73, nº 244.
BOVENDORP, Ricardo S. e outros. Um paraíso de 'exóticos', p. 69, nº 246.
BRENNER, Fabiane M. Tratamentos capilares que contêm formol em sua composição podem trazer danos aos cabelos e à saúde?, p. 8, nº 244.
BRESSAN-NASCIMENTO, Suzete e Eduardo G.P. Fox. Vespas contra baratas, p. 52, nº 246.
BUGARIN, Maurício S. Desenho de mecanismos, p. 20, nº 244.
CALDAS, Heron. Um novo estado da matéria: a superfluidez com pares separados, p. 34, nº 246.
CAMPELLO, Mauros. O que é um transponder? Como funciona?, p. 9, nº 242.
CARNEIRO Filho, Arnaldo e outros. A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol., p. 50, nº 244.
CARTELLE, Cástor. O dente adequado para cada um, p. 28, nº 246.
CARUSO, Felipe. *Magnetoglobus* desafia classificações, p. 54, nº 241.
CARVALHO, Daniel C. e outros. Ameaça que vem do norte, p. 80, nº 244.
CARVALHO, Maria Alice R. Uma lente para olhar o Brasil, p. 74, nº 245. Resenha do livro *D. Pedro II*, de José Murilo de Carvalho.
CHEDIER, Luciana. Todas as angiospermas produzem frutos? Em vegetais como hibiscos e roseiras, há formação dessas estruturas?, p. 8, nº 242.
CINELLI, Leonardo e Vítor H. Pomin. Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo?, p. 8, nº 246.
CLEMENT, Charles R. Biodiversidade: um bem a ser valorizado, p. 60, nº 246.
COSTA, Felipe A.P.L. Um pioneiro no estudo da Terra pré-biótica, p. 64, nº 242.
COSTA, Jorge e outros. A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol., p. 50, nº 244.
COURI, Márcia S. Existem moscas brancas? Qual o motivo para essa coloração?, p. 9, nº 242.
COUTINHO, Ricardo e Fabio M. Bastos. Viajantes clandestinos, p. 26, nº 245.
COUTO-SANTOS, Fabiana R. e outros. Os jovens e a conservação de primatas, p. 68, nº 242.
ELIAS Neto, Moysés. Organismos de organismos, p. 62, nº 243.
FARJALLA, Vinícius F. Algo além do número de espécies, p. 62, nº 245.
FEIJÓ, Carmem A. e Elvio Valente. As estatísticas oficiais no mundo atual, p. 24, nº 241.
FERNANDES, Geraldo W. Uma estranha na paisagem, p. 70, nº 241.
FERNANDES, Marcela e outros. Enzimas: poderosa ferramenta na indústria., p. 28, nº 242.
FERRAZ, Mariana. A opção por alimentos mais energéticos, p. 42, nº 242.
FERRAZ, Mariana. Alto risco no açaí, p. 54, nº 243.
FERRAZ, Mariana. Amazônia: expressão da diversidade cultural, p. 46, nº 242.
FERRAZ, Mariana. Ciência jovem, p. 48, nº 245.
FERRAZ, Mariana. Colméias vazias, p. 50, nº 241.
FERRAZ, Mariana. De '*Homo sapo*' a *Homo sapiens*, p. 56, nº 244.
FIGUEIREDO, Isabel e André Stella. Por que as árvores do cerrado são retorcidas?, p. 9, nº 246.
FIORANI, Mario. Memória de chimpanzé, p. 12, nº 245.
FIORANI, Mario. Placebo como recompensa, p. 12, nº 241.
FLEURY, Marina e outros. Um paraíso de 'exóticos', p. 69, nº 246.
FOGUEL, Débora e Margaret Magdesian. Quando proteínas são as grandes vilãs, p. 44, nº 243.
FORSBERG, Bruce e outros. As hidrelétricas e o aquecimento global, p. 20, nº 245.
FOWLER, Harold. Por que as formigas não caem quando sobem as paredes?, p. 8, nº 244.
FOX, Eduardo G.P. e Suzete Bressan-Nascimento. Vespas contra baratas, p. 52, nº 246.
FURTADO, Fred e Cássio L. Vieira. Andrew Whiteley (entrevista). Amigas invisíveis, p. 10, nº 246.
FURTADO, Fred. Ações para a pesquisa biológica, p. 48, nº 242.
FURTADO, Fred. Condensado nacional, p. 54, nº 242.
FURTADO, Fred. Kurt Wüthrich (entrevista). Grande ressonância, p. 10, nº 243.
FURTADO, Fred. Mais que mil palavras, p. 51, nº 243.
FURTADO, Fred. O preço da marca, p. 54, nº 246.
FURTADO, Fred. Passagem animal, p. 48, nº 246.
FURTADO, Fred. Perdas em família, p. 47, nº 245.
FURTADO, Fred. Plataforma de vida marinha, p. 58, nº 241.
FURTADO, Fred. Quentin Cooper (entrevista). Ciência: uma perspectiva, p. 6, nº 241.
FURTADO, Fred. Um HIV menos resistente, p. 56, nº 243.
FURTADO, Fred. Uma imunização mais ampla, p. 44, nº 245.
GALEMBECK, Fernando. Química de superfícies, p. 24, nº 244.
GALETTI, Mauro e outros. Um paraíso de 'exóticos', p. 68, nº 246.
GARMES, Maristela. Crime na academia, p. 58, nº 245.
GENARO, Gelson e Aline M.Z. Medeiros. Resgate de pingüins em Santos, p. 54, nº 245.
GENTILE, Carla e outros. Insetos com relógio interno, p. 73, nº 241.
GERALDO, Ana Paula G. Os produtos à base de quitosana realmente reduzem o colesterol?, p. 8, nº 242.
GESISKY, Jaime. Esperança nas aldeias xacriabás, p. 56, nº 245.
GIRNOS, Emília C. e Raysa V. C. Saraiva. Banana com sementes, p. 66, nº 242.
GOMES, Fátima C.O. e outros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.
GOMES, Leonardo. Fechando o cerco, p. 63, nº 246.
GREMPEL, Renato G. e outros. Aquário natural ameaçado, p. 70, nº 243.
ILARRI, Martina I. e outros. Aquário natural ameaçado, p. 70, nº 243.
IWANAGA, Simone e Sérgio H. Borges. O desafio de proteger a Amazônia, p. 73, nº 244.
KAPLAN, Sheila. O resgate da educação brasileira, p. 44, nº 242.
KAPLAN, Sheila. Parcerias dialógicas, p. 70, nº 244.
KATZ, Naftale. O reconhecimento da esquistossomose mansoni, p. 76, nº 245.
KAWACUBO, Fernando S. e outros. Uma ilha em crescimento, p. 62, nº 244.
KELLNER, Alexander. Jóia extraída da argila, p. 74, nº 246.
KEMENES, Alexandre e outros. As hidrelétricas e o aquecimento global, p. 20, nº 245.
KJERFVUE, Björn e outros. Um salto arriscado, p. 64, nº 243.
KOEHLER, Marlus. Se o ouro tem maior resistividade que a prata e o cobre, por que é melhor condutor de eletricidade que esses metais?, p. 5, nº 241.
KUGLER, Henrique. UTI para espécies migratórias, p. 52, nº 245.
LACERDA, Luiz D. e outros. Um salto arriscado, p. 64, nº 243.
LACERDA, Luiz D. O planeta em frágil equilíbrio, p. 82, nº 244. Resenha do livro *Os senhores do clima*, de Tim Flannery.
LANNES, Joseli. (Medicina) O que são doenças auto-imunes?, p. 9, nº 246.

ÍNDICE

LARAIA, Roque B. Um exercício de álgebra e parentesco, p. 38, nº 243.

LAURIOLA, Vincenzo e outros. A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol., p. 50, nº 244.

LEONÍDIO, Otavio. Residir para preservar, p. 72, nº 246. Resenha do livro *A reabilitação da residência nos centros históricos da América Latina: Cusco (Peru) e Ouro Preto (Brasil)*, de Rosío Fernández Baça Salcedo.

LESSA, Renato. As cidades e suas perdas, p. 68, nº 241.Resenha do livro *Crônica de duas cidades: Belém e Manaus*, de Benedito Nunes e Milton Hatoum.

LIMA, Abdiel F. A depressão pode causar a psoríase ou favorecer essa doença?, p. 9, nº 244.

LINS-DE-BARROS, Flavia M. A ciência e o espaço urbano: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro no século 19, p. 38, nº 244.

LLOYD, Seth. Fuga quase certa de um buraco negro, p. 32, nº 244.

LUIZ, Ronir R. Prevenção em saúde e cotas na universidade, p. 57, nº 242.

MACKLER, Martín. O grande equívoco, p. 74, nº 243. Resenha do livro *Big Bang*, de Simon Singh.

MAGALHÃES, Tatiana E. e outros. Pistas de infecções pré-históricas, p. 32, n º 245.

MAGDESIAN, Margaret e Débora Foguel. Quando proteínas são as grandes vilãs, p. 44, nº 243.

MAHECHA, Germán A.B. Papagaios imitam os sons de outros animais na natureza?, p. 9, nº 243.

MAIA, Márcio A.G. Entender o todo a partir do nada, p. 14, nº 242.

MAIA-BARBOSA, Paulina e outros. Os jovens e a conservação de primatas, p. 68, nº 242.

MALHEIRO, Gercimar M. A invasão das monoculturas: o desafio da demarcação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol., p. 50, nº 244.

MALUF, Auro e outros. Invasão de plásticos nos oceanos, p. 40, nº 246.

MANZANO, Aruanã B. Invasão de plásticos nos oceanos, p. 40, nº 246.

MARCUCCI, Fernando C.I. Reaprendizado mais eficaz, p. 76, nº 241.

MARIANI, Carolina F. e Marcelo L.M. Pompêo. A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos, p. 32, nº 243.

MARQUES, André. Melhor em pé que deitado, p. 56, nº 241.

MARTINEZ, Julia e Pablo Argibay. O aprendizado da matemática e o cérebro, p. 26, nº 243.

MARTINO, Helena. O que é cardiomiopatia periparto? Que prejuízos a doença pode trazer para o bebê e para a mãe?, p. 4, nº 241.

MARTINS, Orlando B. e Sylvia M.C. Alquéres. Rumo ao ser vivo sintético?, p. 14, nº 246.

MEDEIROS, Aline M.Z. e Gelson Genaro. Resgate de pingüins em Santos, p. 54, nº 245.

MEDEIROS, Paulo R. e outros. Aquário natural ameaçado, p. 70, nº 243.

MEDINA, Gabriel e Benno Pokorny. O uso da floresta por comunidades amazônicas, p. 76, nº 244.

MEIRELES-FILHO, Antonio C.A. e outros. Insetos com relógio interno, p. 73, nº 241.

MELACK, John. As hidrelétricas e o aquecimento global, p. 20, nº 245.

MELLO Neto, João T. Astronomia de raios cósmicos: mistério revelado abre nova janela para o universo, p. 38, nº 245.

MELLO, Marco A.R. Morcegos e frutos: interação que gera florestas, p. 30, nº 241.

MENDES, Helen. Esfíncter artificial, p. 64, nº 244.

MILAGRES, Adriane M.F. Enzimas: poderosa ferramenta na indústria., p. 28, nº 242.

MIRANDA, M. Teresa M. e César Remuzgo. Um passo essencial, p. 64, nº 241.

MOLISANI, Mauricio M. e outros. Um salto arriscado, p. 64, nº 243.

MORATO, Rúbia G. e outros. Uma ilha em crescimento, p. 62, nº 244.

MOREIRA, Laura C. e Célio Yano. Susana Pérez Barrera Pérez (entrevista). Inclusão para superdotados, p. 8, nº 245.

MORICONI, Marco e Carlos Tomei Qual a estrutura e como funciona o jogo japonês de estratégia *go*?, p. 9, nº 244.

MORICONI, Marco. A Eva mitocondrial, p. 80, nº 243.

MORICONI, Marco. Matemágica, p. 88, nº 244.

MORICONI, Marco. Missão camelo, p. 80, nº 242.

MORICONI, Marco. Moedas, p. 80, nº 245.

MORICONI, Marco. O jogo do troca-discos, p. 80, nº 241.

MORICONI, Mauro. Passeio em família, p. 78, nº 246.

MOURA, Kátia K.V.O. e Jalsi T. Arruda. A infertilidade masculina, p. 60, nº 242.

MOURTHÉ, Ítalo M.C. e outros. Os jovens e a conservação de primatas, p. 68, nº 242.

MUSSATO, Solange I. e outros. Enzimas: poderosa ferramenta na indústria, p. 28, nº 242.

NAVES, Santuza C. Os 50 anos da bossa nova: uma estética despojada, p. 22, nº 246.

NEMITZ, Elen. Novidade em grãos, p. 68, nº 244.

NEMITZ, Ellen. Aos quatro ventos, p. 50, nº 246.

NEVES, Ana C. e Flavio A.M. Santos. Nem tudo são flores no Pantanal, p. 71, nº 245.

NIGRO, Rogério G. Leitura e escrita em ciências, p. 61, nº 241.

OLIVEIRA, Denise A. e outros. Ameaça que vem do norte, p. 80, nº 244.

OLIVEIRA, Gilvan S. Que movimentos da Terra afetam o clima, além da rotação e da translação?, p. 5, nº 245.

OLIVEIRA, Ivo S. e Alfredo H. Wieloch. Testemunhos vivos da evolução, p. 66, nº 246.

OLIVEIRA, Marcus F. A rica polêmica sobre o urânio empobrecido, p. 36, nº 241.

PAVÃO, Antônio C. Como acontece o fenômeno dos raios-bola?, p. 8, nº 246.

PAVÃO, Mônica. Uma ilha em crescimento, p. 62, nº 244.

PEIXOTO, Alexandre A. Insetos com relógio interno, p. 73, nº 241.

PENA, Sergio D.J. Como é possível identificar corpos que tiveram contato com temperaturas próximas aos 1.000°C?, p. 4, nº 241.

PINTO, José C. Nanovacinas: direto ao alvo, p. 14, nº 243.

PIRES, Aliny P.F. e outros. Algo além do número de espécies, p. 62, nº 245.

POKORNY, Benno e Gabriel Medina. O uso da floresta por comunidades amazônicas, p. 76, nº 244.

POMIN, Vítor H. e Leonardo Cinelli. Quanto tempo demora para um carboidrato ingerido se transformar em glicose em nosso corpo?, p. 8, nº 246.

POMPÊO, Marcelo L.M. e Carolina F. Mariani. A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos, p. 32, nº 243.

PRADO, Vânia F. Camundongos nocaute, p. 18, nº 244.

RAMOS, Carlos H.I. As 'damas de companhia' das proteínas, p. 44, nº 244.

RANGEL, Vicente M. Rumo à guerra nas estrelas?, p. 74, nº 242. Resenha do livro *Direito e política na era espacial*, de José Monserrat Filho.

REMUZGO, César e M. Teresa M. Miranda. Um passo essencial, p. 64, nº 241.

RIMAS, Rachel. A epilepsia segundo a genética, p. 56, nº 246.

RIMAS, Rachel. Neonazismo em rede, p. 46, nº 246.

ROCHA, Carlos F.D. e outros. Paisagem urbana alienígena, p. 68, nº 245.

RODINI, Elaine S.O. Por que é mais difícil encontrar portadores da síndrome de Down em negros e descendentes?, p. 5, nº 245.

ROSA, Carlos A. e outros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.

RUMJANEK, Franklin. A volta de Lamarck, p. 23, nº 243.

RUMJANEK, Franklin. Galinhas assassinas, p. 21, nº 242.

RUMJANEK, Franklin. O fim do macho?, p. 21, nº 246.

RUMJANEK, Franklin. O mundo é minha granja, p. 11, nº 241.

RUMJANEK, Franklin. Salvos pelo gongo, p. 29, nº 244.

RUMJANEK, Franklin. Uma segunda chance, p. 19, nº 245.

SABINO, José. É verdade que alguns peixes têm pulmão e podem viver fora da água?, p. 4, nº 245.

SAMPAIO, Cláudio L. S. e outros. Aquário natural ameaçado, p. 70, nº 243.

SAMPAIO, Maria I. e outros. Ameaça que vem do norte, p. 80, nº 244.

SANTOS, Adilson R. e outros. Paisagem urbana alienígena, p. 68, nº 245.

SANTOS, Flavio A.M. E Ana C. Neves. Nem tudo são flores no Pantanal, p. 71, nº 245.

SANTOS, Isabel T. e outros. Pistas de infecções pré-históricas, p. 32, n º 245.

SAPATA, Andressa. Neoterrorismo mapeado, p. 58, nº 244.

SARAIVA, Raysa V.C e Emília C. Girnos. Banana com sementes, p. 66, nº 242.

SILVA, Adriano C.F. e outros. Algo além do número de espécies, p. 62, nº 245.

SILVA, Carol L.C. e outros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.

SILVA, Gabriella M.V. e outros. Pistas de infecções pré-históricas, p. 32, n º 245.

SILVA, Priscilla A. e outros. Pistas de infecções pré-históricas, p. 32, n º 245.

SOLÉ-CAVA, Antonio M. Código de barras de DNA: o rabo que abana o cachorro, p. 65, nº 245.

SOUZA, Allan T. e outros. Aquário natural ameaçado, p. 70, nº 243.

SOUZA, Maria B.G. Biodiversidade oculta, p. 71, nº 242.

SPATA, Andressa. Gigante das Américas, p. 58, nº 243.

SPATA, Andressa. Gravidez após o câncer, p. 39, nº 242.

SPATA, Andressa. O espectro do cigarro, p. 66, nº 244.

SPATA, Andressa. Neoterrorismo mapeado, p. 58, nº 244.

SPATA, Andressa. Por um biodiesel mais puro, p. 59, nº 246.

STELLA, André e Isabel Figueiredo. Por que as árvores do cerrado são retorcidas?, p. 9, nº 246.

SZCZESNIAK, Konrad e Cássio L. Vieira. Peter Indefrey (entrevista). A língua no cérebro, p. 10, nº 242.

SZCZESNIAK, Konrad. Revolução na lingüística, p. 84, nº 244.

TELLES, Flávio Q. A micose de Lutz, p. 77, nº 245.

TOMEI, Carlos e Marco Moriconi. Qual a estrutura e como funciona o jogo japonês de estratégia *go*?, p. 9, nº 244.

TOMM, Gilberto O. Toda canola comercializada é transgênica?, p. 5, nº 241.

TURRA, Alexandre e outros. Invasão de plásticos nos oceanos, p. 40, nº 246.

ULHÔA, Newton e outros. Uma estranha na paisagem, p. 70, nº 241.

VALENTE, Elvio e Carmem A. Feijó. As estatísticas oficiais no mundo atual, p. 24, nº 241.

VALENTINI, Enise. Por que, em dias de ressaca, a faixa de areia de algumas praias desaparece?, p. 9, nº 243.

VIANA, Cristina R. e outros. Cachaça: os segredos da fermentação, p. 67, nº 243.

VIDEIRA, Antonio A.P. e Cássio L. Vieira. Leonardo Gariboldi (entrevista). Occhialini: físico itinerante, p. 10, nº 244.

VIEIRA, Cássio L. e Antonio A.P. Videira. Leonardo Gariboldi (entrevista). Occhialini: físico itinerante, p. 10, nº 244.

VIEIRA, Cássio L. e Fred Furtado. Andrew Whiteley (entrevista). Amigas invisíveis, p. 10, nº 246.

VIEIRA, Cássio L. e Konrad Szczesniak. Peter Indefrey (entrevista). A língua no cérebro, p. 10, nº 242.

VIEIRA, Cássio L. O novo diamante da coroa britânica, p. 44, nº 241.

VIEIRA, Cássio L. Prêmio Nobel 2007, p. 16, nº 244.

VINCENT, Maurice B. A enxaqueca e seus mistérios, p. 18, nº 241.

VIOLA, Eduardo. Paz e segurança climática, p. 22, nº 244.

WALTZ, Igor. Um elo na evolução dos crocodilos, p. 58, nº 246.

WIELOCH, Alfredo H. e Ivo S. Oliveira. Testemunhos vivos da evolução, p. 66, nº 246.

WOODALL, Jack. O fracasso do bioterrorismo, p. 18, nº 242.

YANO, Célio e Laura C. Moreira. Susana Pérez Barrera Pérez (entrevista). Inclusão para superdotados, p. 8, nº 245.

YANO, Célio. Atenção: etiqueta eletrônica, p. 60, nº 244.

ZYNGIER, Sonia. Guerreira incansável, p. 26, nº 244.