ciência hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

234

VOL. 39
JANEIRO/
FEVEREIRO
2007
R$ 8,90

NANOLIGAS METÁLICAS
Brasileiros criam fios formados por poucos átomos de ouro e prata

DO LADO ESQUERDO DO PEITO
Por que o coração desrespeita a simetria do corpo humano?

HOMEM PRÉ-HISTÓRICO
Qual era a dieta de nossos antepassados?

O PESO DA INFORMALIDADE

A precariedade do trabalho no Brasil

A real dimensão da informalidade

É comum confundir as noções de setor informal e de informalidade. Enquanto a primeira engloba as unidades de produção de pequeno porte, que atuam à margem dos segmentos modernizados da economia, a informalidade está relacionada ao não cumprimento das normas de proteção aos trabalhadores, como a ausência de contribuição para a previdência social. Esse embaralhamento de conceitos prejudica as análises econômicas e dificulta a compreensão dos fenômenos observados no mercado de trabalho. Mesmo que bem definidas, ambas as noções não são capazes de incorporar as formas não remuneradas de trabalho, que, em 2005, somaram 6,3 milhões de pessoas.

A presença de vendedores de rua não é um acontecimento recente. A figura do camelô também é conhecida desde muito tempo. Igualmente antiga é a tentativa do poder público de lidar com a situação. Um estudo feito na cidade de Belo Horizonte compara como eram as condições desses ambulantes no passado e como são na atualidade.

A simetria bilateral visível do corpo humano – olhos, ouvidos, braços etc. – não se aplica a todos os órgãos internos. O coração, por exemplo, normalmente está situado do lado esquerdo do peito. Entretanto, em um número pequeno de gestações, anomalias (algumas incompatíveis com a vida do feto) induzem a sua formação no lado direito. O estudo desses casos pode ajudar a esclarecer os mecanismos que levam à assimetria cardíaca normal, ou seja, ao posicionamento correto do coração.

O que comiam os nossos antepassados? Pesquisas feitas no Brasil indicam que a dieta dos povos pré-históricos era bem mais rica do que se imaginava. A diversidade da alimentação dessas populações vem sendo revelada por novas técnicas, que envolvem o estudo de pequenas partículas (restos de tecidos, pólen, pequenas sementes, escamas e outros) presas a potes de cerâmica e a dentes humanos, ou recuperadas de fezes petrificadas (coprólitos) ou nos intestinos de múmias e de corpos enterrados no passado distante.

A redação

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 Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Ricardo Iglesias Rios (Instituto de Biologia/UFRJ) • Ciências Econômicas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Humanidades – Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ)

REDAÇÃO
Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Mariana Ferraz e Franciane Lovati; **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
SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). End.: Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374. Travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900. São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3814-6656 e Telefax: (0xx11) 3091-4192
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
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
COMERCIAL E PROJETOS EDUCACIONAIS • **Superintendente** • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Tatiana Marques. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 5083-5025 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • **Gerente** • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)
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 • Sinergia 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)

SBPC

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) 5083-5025
cienciasp@cienciahoje.org.br

18 Setor informal e informalidade no Brasil

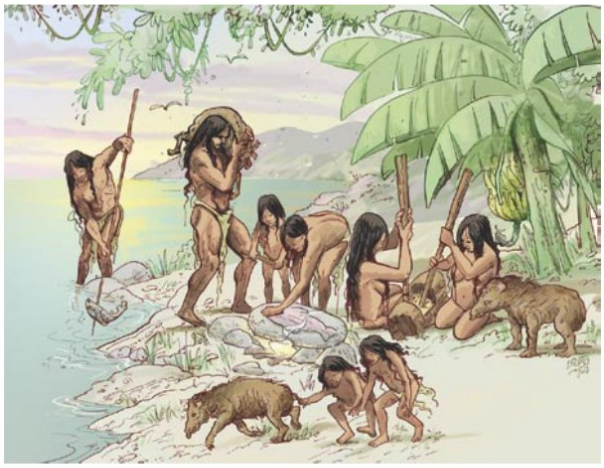
Em 2005, o setor informal abrangia, no Brasil, quase 35% das pessoas com trabalho. Essa parcela da economia inclui autônomos, empregados domésticos e pequenos negócios, mas muitas vezes a noção de setor informal é confundida com a de informalidade.

Por **Claudio S. Dedecca**

24 Ambulantes e camelôs: passado e presente

A presença nas ruas brasileiras de vendedores Ambulantes – os 'ancestrais' dos camelôs, é antiga. Também vêm de muito tempo as tentativas do poder público de organizar a atuação desses trabalhadores, como mostra a experiência de Belo Horizonte.

Por **Rosa Maria da E. Coutrim**



30 O que comiam os humanos pré-históricos?

A diversidade da dieta de nossos antepassados vem sendo revelada pelo estudo de resquícios de alimentos recuperados de potes de cerâmica e dentes humanos ou de fezes petrificadas e intestinos de múmias e corpos enterrados no passado distante.

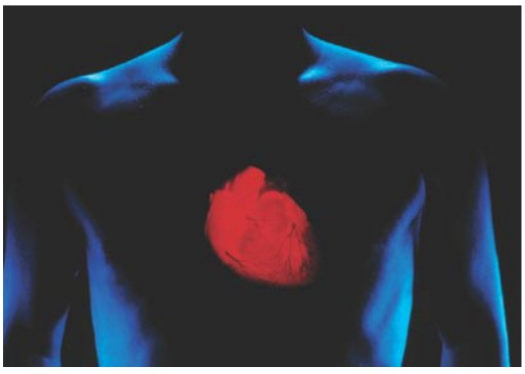
Por **Hilton P. da Silva** e **Karl J. Reinhard**

Capa: Foto de Eduardo Simões/Tyba

36 Por que o coração fica do lado esquerdo do peito?

A simetria externa do corpo humano não se aplica a alguns órgãos internos, como o coração. Esse órgão, porém, pode apresentar alterações de posicionamento, muitas fatais. O estudo dessas anomalias ajuda a elucidar como o organismo determina a posição correta do coração.

Por **Silvia D. Cangussú** e **Gregory T. Kitten**



O LEITOR PERGUNTA

4 Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo?

4 Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado?

5 As hienas têm predadores naturais? Afinal, na África, os grandes carnívoros abatem presas maiores e mais rápidas do que elas.

ENTREVISTA

Monica Grady

6 Sob o mesmo céu
Astrônoma inglesa defende mais estímulo à divulgação da ciência

MUNDO DE CIÊNCIA

10 Na idade das nanoligas metálicas
Obtido pela primeira vez nanofio com mais de um elemento químico

A PROPÓSITO

17 Eles já estão entre nós?
DNA de neandertais revela novos aspectos sobre a evolução humana

EM DIA

41 Bactéria letal na mira
Criada vacina que pode reduzir mortes causadas pela pneumonia

42 Biossegurança e sustentabilidade
Construção de laboratórios seguros otimiza estudos sobre doenças

44 Os dentes contam a história
Mamíferos herbívoros do passado já tinham esmalte dental resistente

46 Agrotóxico tem alta letalidade
Produtos industriais causam 27% das intoxicações graves no país

48 Terapia magnética
Combate ao câncer com uso de nanopartículas pode ter grande eficácia

49 Metais com qualidade
Aparelho criado no país facilita análises de estruturas metálicas

50 A Amazônia em 2020
Cenários simulados permitem previsões sobre o futuro da floresta

52 Secagem econômica
Novo equipamento facilita tratamento de produtos agroflorestais

ENSAIO

56 Elétrons em baixas dimensões
Fenômeno físico importante em materiais sólidos é mal compreendido

MEMÓRIA

58 Golpe fatal na geração espontânea
Há 150 anos foi comprovado o papel dos microrganismos na fermentação

RESENHA

60 Fatos e fotos do Museu Goeldi
Resenha do livro *As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi*, de Luís Carlos Bassalo Crispino, Vera Burlamaqui Bastos e Peter Mann de Toledo

PRIMEIRA LINHA

62 Estratégia rara e intrigante
Planta de ambiente inóspito apresenta variadas formas de propagação

66 Purificar o Mussuré
Estudo em riacho paraibano revela os prejuízos decorrentes da poluição

70 O gambá que inventou o submarino
Revelados aspectos inéditos da vida de marsupial de hábitos aquáticos

73 CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

74 Pintando o sete
Desafio com muitas cores envolve a geometria e a imaginação

75 ÍNDICE DO VOLUME 39

Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo?

ISRAEL NUNES DE ALMEIDA JUNIOR, POR CORREIO ELETRÔNICO

O campo magnético da Terra, isto é, o campo que os navegantes têm usado durante os últimos séculos para se orientar através de bússolas, tem a sua origem no interior da Terra. Ele é produzido por um complexo movimento de cargas elétricas na parte líquida do interior do planeta, e se acredita que seja formado fundamentalmente por ferro e níquel fundidos. A forma do campo é similar ao campo de um ímã, assemelhando-se, nos pólos, a um chafariz.

Considere um liquidificador com água e sementes de gergelim dentro dele. Apesar de a fonte de movimento ser relativamente simples (as pás metálicas girando), o movimento das sementes é bastante complexo e dificilmente será repetitivo (quer dizer, a mesma semente passar sempre pelo mesmo percurso). Imagine agora o quão complexo pode chegar a ser o movimento de cargas dentro da Terra, onde, além do movimento de rotação, temos, entre muitos outros fatores, fontes de calor (elementos radioativos que se decompõem), efeitos da parte sólida do planeta (devido ao movimento de placas tectônicas) e deformações do planeta devido ao efeito da gravidade do Sol e da Lua (não só a água do mar apresenta marés).

Assim, o campo magnético da Terra, longe de ser constante, varia continuamente. Essa variação não se dá só em intensidade em cada ponto, como também em direção. Com isso, o pólo Norte magnético está em contínuo movimento. Em períodos curtos de tempo (algumas centenas de anos), o percurso do pólo lembra o deslocamento de uma formiga. Para períodos maiores (5 mil anos ou mais), chega a andar tanto que o que conhecemos hoje como pólo magnético Norte já foi o pólo magnético Sul. É isto que é conhecido como reversão do campo magnético terrestre. Os mecanismos que produzem todas essas mudanças são extremamente complexos e estão longe de ser completamente compreendidos. Até hoje, há um grande número de cientistas que se dedica a tentar desvendar seus segredos.

Andrés R. R. Papa
Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Coordenação de Geofísica, Observatório Nacional

FOTO SXC.HU

FOTO DE GABRIELLA FABBRI/SXC.HU

Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado?

MARCELLE LANGARO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Nós, seres humanos, somos animais homeotérmicos, o que significa que mantemos a temperatura no interior de nosso corpo constante (em torno de 37°C). Essa manutenção é importante para o perfeito funcionamento dos nossos órgãos internos e, conseqüentemente, para a nossa saúde. Por isso, temos mecanismos complexos de termorregulação atuando o tempo todo. Além de as reações químicas que ocorrem em todas as partes do corpo liberarem calor, aumentando nossa temperatura corporal, também trocamos calor com o ambiente. Temos tendência a receber calor quando a temperatura ambiente está mais alta que a do nosso corpo, e a perder calor quando está mais baixa. A nossa temperatura depende, assim, do balanço entre o calor que produzimos e o calor que trocamos com o meio.

Quando fazemos qualquer atividade física, movimentamos nossos músculos. Tanto a contração quanto o relaxamen-

As hienas têm predadores naturais? Afinal, na África, os grandes carnívoros abatem presas maiores e mais rápidas do que elas.

JOSÉ ANTÔNIO FAZIO SANABRIA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Hienas não têm predadores, mas competem pela caça juntamente com leões, leopardos e chitas. Elas normalmente deslocam-se em bandos e sua tática de predação é cercar a presa, mordendo-a seguidamente e, assim, desabilitando-a aos poucos. A noção de que todas as hienas são, prioritariamente, carniceiras é falsa; algumas são predadoras ativas, porém várias vezes roubam a presa dos outros. Uma boa parte dos carnívoros, como, por exemplo, os leões, é também carniceira.

Sendo animais de médio e grande portes e andando em bandos, as hienas desestimulam qualquer outro grande carnívoro a aventurar-se contra elas. Grupos de hienas numericamente superiores podem deslocar bandos de leões (na África, os únicos carnívoros capazes de enfrentar uma hiena adulta), podendo mesmo matar um ou outro indivíduo. Em grupos numericamente iguais, os felinos levam vantagem. Hienas, portanto, podem ser atacadas por leões e tigres, mas normalmente isso está mais ligado a disputas por presas abatidas ou por território de caça do que a uma predação efetiva. O fato é que é muito arriscado atacar uma hiena. Uma lesão causada pela sua mordida pode incapacitar um leão ou um tigre. Assim, ainda que isso possa ocorrer, dificilmente irão se encontrar hienas entre os itens alimentares típicos de algum carnívoro de grande porte, a não ser em ocasiões de profunda escassez de presas – é uma questão de custo *versus* benefício.

FOTO DE J.C. OUTREQUIN/SXC.HU

Há diferentes tipos de hienas. A pintada (*Crocuta crocuta*) é a maior e mais difícil de enfrentar; a hiena marrom (*Hyaena brunnea*) e a hiena listrada (*Hyaena hyaena*) são um pouco menores, mas não menos agressivas. As três ocorrem na África, sendo que a hiena listrada se distribui também pela Ásia, chegando até a Índia. Existe ainda o protelo (*Proteles cristatus*), que é outro hienídeo africano, porém este é mirmecófago, ou seja, se alimenta de cupins e formigas. Além disso, filhotes de hienas sem a devida observação do bando podem ser predados como qualquer outro filhote.

Fernando Lencastre Sicuro
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

to muscular envolvem reações químicas que consomem energia. Parte dessa energia é perdida sob a forma de calor, tendendo a aumentar a temperatura do nosso corpo. Embora boa parte desse calor seja trocado com o meio pela respiração, que tem sua taxa aumentada durante o exercício, há uma tendência à hipertermia (aumento da temperatura além dos níveis normais).

Existe em nosso cérebro uma região sensível a variações de temperatura no sangue, que também recebe informações de terminações nervosas de sensores de temperatura na pele. Ao perceber um aumento da temperatura corporal, ela dispara mecanismos para aumentar a perda de calor de forma a impedir uma hipertermia: uma parte do sistema nervoso autônomo (que funciona sem o nosso controle consciente) é ativada de forma a dilatar os pequenos vasos sangüíneos da nossa pele, levando a um maior fluxo de sangue e a uma maior troca de calor com o ambiente, além de aumentar a transpiração, que é fundamental para baixar rapidamente a temperatura corporal.

Ao passar do estado líquido para o gasoso, a água leva uma grande quantidade de calor (por isso é melhor deixar o suor evaporar e não enxugá-lo!). Quando paramos a atividade física, o corpo ainda está muito quente e precisa esfriar. Como diminuímos o trabalho dos músculos, uma boa parte do fluxo de sangue que antes passava pelos músculos fica mais disponível para passar por esses vasos da pele dilatados, facilitando a volta da temperatura a valores normais. Por isso, ficamos com a face ruborizada, já que a vascularização da pele do rosto é muito grande. Nas pessoas de pele mais clara, isso se torna mais visível. O mesmo ocorre em algumas pessoas em situações de emoção ou quando ingerem bebidas alcoólicas.

Paulo Cesar de Carvalho Alves
Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

SOB O MESMO CÉU

Monica Grady

Os astros celestes – o Sol, a Lua, os planetas etc. – sempre exerceram grande fascínio sobre a humanidade. Desde a Antigüidade, pesquisadores estudam o céu. Isso fez da astronomia uma das ciências mais populares e um tema comum em iniciativas de divulgação científica, como as *Christmas Lectures* (palestras de Natal, em inglês), organizadas pela Instituição Real, em Londres (Inglaterra). Iniciadas em 1825 pelo físico inglês Michael Faraday (1791-1867), essas palestras têm o objetivo de despertar nas crianças o interesse pelas ciências. Em setembro último, o Conselho Britânico organizou uma edição dessas conferências em São Paulo e no Rio de Janeiro, com o tema 'Viagem no espaço e no tempo', apresentada pela astrônoma inglesa Monica Grady, importante pesquisadora do Reino Unido.

Professora de ciência planetária e espacial da Universidade Aberta, em Milton Keynes (Inglaterra), Grady é especialista em asteróides e meteoritos, e em astrobiologia, o estudo da vida fora do planeta Terra. Para ela, a astronomia é uma ciência popular porque trata de coisas com as quais todos podem se relacionar. Seu trabalho lhe rendeu uma homenagem da União Astronômica Internacional (UAI), que batizou o asteróide 4731 de Monicagrady. Após uma de suas palestras no Rio de Janeiro, a astrônoma concedeu esta entrevista exclusiva à *Ciência Hoje*, em que falou de astronomia, astrobiologia e do risco de colisão de asteróides com a Terra.

Ivan Oliveira
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

A astronomia é uma ciência muito antiga. Quais as questões atuais que ainda não foram respondidas?

São várias e cobrem diversos temas, desde a natureza do *Big Bang* até como a vida surgiu. Esta última pode parecer não ter a ver com astronomia, mas tem – é parte do campo da astrobiologia. Sabemos, por exemplo, como os elementos se formam nas estrelas e como se juntam em moléculas, mas não temos idéia de como eles passam dessa etapa para a vida. Outras questões ainda sem resposta envolvem a existência de outros planetas similares à Terra ou de outras civilizações como a nossa, e o que há no fundo de buracos negros ou do outro lado de Mercúrio. Nosso desconhecimento é muito maior do que o nosso conhecimento.

Algumas dessas perguntas serão respondidas em um futuro próximo?

Sim, certamente. Daqui a 10 anos saberemos como é a outra face de Mercúrio, porque a sonda Messenger já está a caminho do planeta. Esta é uma época muito emocionante, pois a astrobiologia está crescendo e aproximando astrônomos de diferentes campos. Quando alguns astrônomos trazem informações sobre como os planetas se formam, eles permitem que outros pesquisadores em astronomia procurem planetas parecidos com o nosso. Com esse impulso extra, acredito que em 10 anos teremos achado um similar à Terra. Saberemos mais, também, sobre buracos negros, ondas de gravitação e a estrutura do universo. Ou seja, se não tivermos as respostas, estaremos na direção para encontrá-las.

Como a astronomia moderna se insere nas outras áreas afins, como a astrofísica e a cosmologia?

Elas estão todas interligadas pelas questões de como a vida se forma e evolui, e onde está distribuída. Não podemos entender a vida em outros sistemas planetários sem antes compreender como as galáxias se formam ou o que determina sua idade. Esse conhecimento é necessário para se entender como as estrelas e os planetas se desenvolvem, como é a estrutura da galáxia e, assim, saber onde procurar os astros similares à Terra.

A que a senhora atribui a popularidade da astronomia?

A astronomia recebe mais atenção da mídia que outras ciências porque é muito emocionante. Sempre que o telescópio Hubble tira novas fotos ou se lança uma nova sonda para Marte, o fato aparece nos noticiários. O mesmo não ocorre em outros campos: quando um químico sintetiza um novo composto, isso não é automaticamente noticiado. Isso se deve não só à excitação que a astronomia causa, como também ao fato de que esse é um assunto com o qual todos podemos nos relacionar – podemos ver o Sol, a Lua e, se tivermos sorte, podemos ver o céu noturno e algumas estrelas. É algo com que estamos familiarizados, mesmo que não tenhamos noção disso. Há ainda o fato de que os astrônomos parecem particularmente dispostos a contar sobre o seu trabalho.

Em um país como o Brasil, com ensino básico tão deficitário, um projeto como o Christmas Lectures pode contribuir para a educação dos jovens em astronomia?

Espero que sim. Uma das coisas que o Conselho Britânico está fazendo é filmar as minhas palestras para produzir um DVD, que será distribuído gratuitamente para as escolas brasileiras. Dessa maneira, mesmo que não se possa vir às conferências, pode-se ter acesso à informação. Trazer um pesquisador que faz demonstrações e experiências, que tem acesso a dados que os professores não têm, e com uma visão levemente diferente da deles, é um grande acréscimo à escola.

Nosso desconhecimento sobre astronomia é muito maior do que o nosso conhecimento

Como as escolas públicas brasileiras poderiam incentivar o conhecimento da astronomia entre os jovens?

A internet hoje tem uma grande força. A maioria das escolas tem acesso à rede e, através dela, podem-se criar programas como a Olimpíada de Astronomia, da qual milhares de crianças participam. É uma ótima maneira de se ter um projeto que permite que os estudantes se identifiquem com colegas de todo o mundo, criando um sentimento de comunidade. Um dos grandes valores da astronomia é mostrar que não somos apenas o Rio de Janeiro, o Brasil ou a América do Sul, que somos parte de um mundo que, por sua vez, está contido em um sistema solar. Ou seja, que temos muito em comum com as pessoas na Europa, no Japão, na África; afinal, estamos sob o mesmo céu. Assim, pode-se usar a astronomia para cruzar as fronteiras culturais, fazendo com que os alunos ▸

ao redor do mundo, interconectados pela internet, falem sobre o que vêem no céu noturno de suas casas. Por exemplo, a Lua aqui é diferente da que se vê na Europa – ela está de cabeça para baixo para mim. As crianças podem não se dar conta disso. Eu mesma não me dava, até viajar para a Austrália, onde sempre me sentia perdida.

Um dos grandes valores da astronomia é mostrar que não somos apenas o Rio, o Brasil ou a América do Sul, que somos parte de um mundo que, por sua vez, está contido em um sistema solar

A senhora mencionou a astrobiologia. Um dos grandes temas dessa área é definir o que é vida. Estamos procurando algo similar a nós ou completamente diferente? Como a astrobiologia lida com essas questões?

Sempre que se quer estudar um problema, tem-se de partir de algo que se conhece ou de uma comparação com algo que se conhece. Se não houver idéias ou limites para a busca, vamos andar em círculos. Logo, para procurar vida, a astrobiologia usa suposições que são consideradas úteis e válidas. Isso é crítico para fazer algo que é útil cientificamente, em vez de ficção científica, como a série de TV *Jornada nas estrelas*. As suposições são simples, como a de que a vida extraterrestre será composta de átomos e a de que estes se comportarão como os da Terra. A vida no nosso planeta é baseada em carbono, pois esse elemento é capaz de fazer vários compostos. Por isso, supomos que em outros lugares do universo isso também ocorra. Embora o silício tenha muitas das propriedades do carbono, ele não é tão diverso para formar moléculas. Outro fator importante é que a vida precisa de água, ou pelo menos de um solvente, um meio para transportar nutrientes. A água é a mais flexível das opções, podendo dissolver a maior quantidade de substâncias, e a mais estável em diferentes temperaturas. Essas suposições sobre a água e o carbono são as principais, são elas que nos guiam. Elas podem ser falsas, mas até que as exploremos e provemos isso, nós as usaremos.

Descobrir a vida [fora da Terra] irá emocionar as pessoas por um tempo, até a próxima história emocionante aparecer

Algumas pessoas descartam a possibilidade de existir vida fora da Terra, afirmando que as condições que deram origem a ela aqui são muito específicas. Por outro lado, outros defendem que a vida é mais comum do que pensamos. Quem está certo?

Há várias razões para se afirmar que a Terra é especial, como a atividade tectônica e a atmosfera, mas até 65 milhões de anos atrás, os dinossauros eram a espécie dominante do planeta. Isso mudou quando um asteróide aleatório atingiu nosso mundo, extinguindo-os e permitindo que os mamíferos evoluíssem. Ou seja, sempre há a sorte. Se começássemos com as mesmas condições da Terra, mesmo planeta etc., e deixássemos a evolução seguir seu curso, não teríamos os humanos, a não ser que um asteróide colidisse com o mundo. Não podemos seguir uma progressão lógica apenas, temos de levar em conta o fator sorte. Há locais no sistema solar que são menos favoráveis porque são mais freqüentemente bombardeados por asteróides, pois não têm uma atmosfera para protegê-los. Outros lugares têm uma incidência muito alta de radiação, como Júpiter. Mas há vários outros onde a vida pode ser protegida e a razão para pensarmos mais nesses lugares é que começamos a explorar locais na Terra nos quais jamais esperávamos encontrar seres vivos. Mas estamos falando de formas de vida muito simples, como bactérias. Se houvesse algo mais evoluído – pássaros, peixes etc. – no nosso sistema solar, já teríamos descoberto.

Qual seria o impacto de se encontrar vida em algum lugar fora da Terra?

Essa é uma pergunta interessante. Mencionei na palestra de hoje o caso dos cientistas da Nasa que acharam uma espécie de verme naquela rocha de Marte. Na época, isso foi anunciado nos jornais, mas não houve qualquer anúncio sobre o desmentido, mostrando que eles estavam enganados. Para muitas pessoas que só leram a primeira notícia, já se descobriu vida em Marte. Mas isso não mudou o mundo,

não é? Honestamente, a menos que encontremos alguém que esteja armado até os dentes e pronto para invadir a Terra, não fará muita diferença. Se formos a Marte e encontrarmos organismos primitivos lá, teremos a responsabilidade de protegê-los e de não destruir seu hábitat, mas isso não nos impedirá de continuar explorando o planeta. Descobrir vida irá emocionar as pessoas por um tempo, até a próxima história emocionante aparecer. O que afeta o público, em geral, é de onde virá a próxima refeição, se tem emprego, ou se as crianças chegarão à escola na hora, coisas desse tipo. Para a comunidade científica, servirá como um impulso, pois mostrará que algumas das suas teorias estão corretas e permitirá responder algumas perguntas.

A senhora também costuma falar muito sobre impactos de asteróides com a Terra. Isso é algo com que devemos nos preocupar ou há problemas mais urgentes no planeta?

Colisões de asteróide são um assunto muito interessante. Os astrônomos agora têm uma escala, chamada Torino, que é similar à Richter, relacionada à possibilidade de haver um impacto com a Terra. Creio, no entanto, que devemos nos concentrar em catástrofes mais iminentes. Os pesquisadores continuarão encontrando esses corpos celestes, mas só quando os cálculos revelarem precisamente que a possibilidade de choque é real, deveremos nos mobilizar. Se a toda hora fizermos alarde por causa de um asteróide, as pessoas ficarão complacentes e, quando realmente houver perigo, não ouvirão os avisos.

Qual a sensação de ter um asteróide com o seu nome?

Fiquei muito, muito feliz. Isso aconteceu há seis anos, quando a União Astronômica Internacional, que tem a função de nomear os asteróides, decidiu homenagear algumas pessoas que os estudavam no solo como meteoritos. ■

Dê um brilho especial a suas aulas.

Use os livros desta coleção.

Ciência Hoje na Escola é uma série de 12 livros paradidáticos que abordam temas da atualidade e abrangem diversas áreas do conhecimento. Cada volume é composto por artigos escritos por alguns dos melhores pesquisadores do país. Todos os livros contêm índice por palavra-chave e um caderno especial para auxiliar o trabalho do professor em sala de aula. Bem ilustrados, os volumes trazem ainda experimentos que apóiam as atividades curriculares.

NA INTERNET: www.ciencia.org.br

PELO TELEFONE: 0800-7278999

CIÊNCIA HOJE na escola

A MELHOR DA SALA
Ela não pode faltar

CONHEÇA OS TÍTULOS DA COLEÇÃO

- Céu e Terra
- Bichos
- Corpo Humano e Saúde
- Meio Ambiente e Águas
- Ver e Ouvir
- Química do dia-a-dia
- Tempo e espaço
- Matemática
- Evolução
- Geologia
- Sexualidade
- Eletricidade

FÍSICA

Na idade das nanoligas metálicas

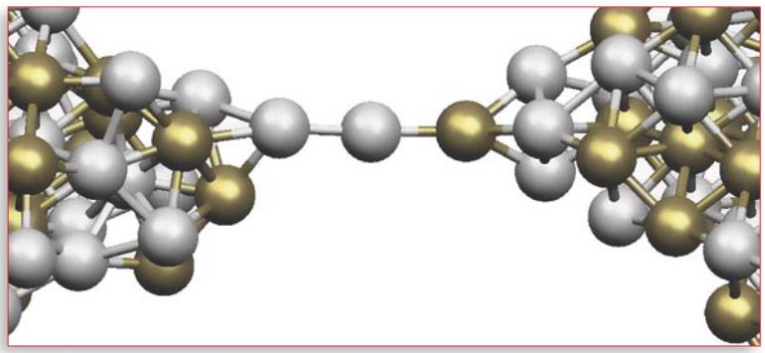
Pela primeira vez, foi observada diretamente uma nanoliga metálica. O fio, de dimensões nanoscópicas, formado por poucos átomos de ouro e prata enfileirados, foi obtido experimentalmente por pesquisadores de três instituições científicas brasileiras. Os resultados da equipe, considerados muito importantes, abrem uma nova linha de investigação nas áreas de nanociência e nanotecnologia. O artigo foi publicado em ***Nature Nanotechnology*** **(vol. 1, dezembro de 2005, pp. 182-185)**.

O fato de certos materiais serem utilizados na classificação de períodos na história da civilização mostra a importância econômica e tecnológica deles. Na Idade do Cobre e na do Bronze, por exemplo, o grande avanço tecnológico foi a passagem do uso de um elemento puro (no caso, o cobre) para o de uma liga de cobre e arsênio, inicialmente, e de cobre e estanho, posteriormente, sendo esta última denominada bronze.

Uma liga metálica é um material composto de dois ou mais elementos, sendo pelo menos um deles um dos 70 metais conhecidos. Na maioria das aplicações, não se usam metais puros, mas sim ligas, pois estas permitem que características como dureza, ductilidade, resistência mecânica, ponto de fusão, entre outras, sejam otimizadas pela variação da composição da liga. Por exemplo, no bronze, a adição de arsênio ou estanho ao cobre originou um material muito mais duro, o que ocasionou um impacto enorme no desenvolvimento de materiais bélicos.

Agora, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), também em Campinas (SP), e da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em Minas Gerais, conseguiram produzir nanofios – ou seja, fios cujas dimensões são da ordem de bilionésimos de metro (10^{-9} m) – de uma liga metálica de ouro e prata. Para isso, empregaram uma ferramenta importantíssima na área de nanociência: o microscópio eletrônico com resolução atômica.

No caso, os nanofios foram produzidos a partir de uma lâmina nanoscópica de uma liga de ouro (Au) e prata (Ag) na qual foram produzidos dois buracos próximos com o auxílio de um feixe de elétrons emitido pelo microscópio. Entre esses dois orifícios, forma-se uma junção, igualmente nanoscópica, devido à tensão exercida nas extremidades dela. Em função da agitação térmica de seus átomos, essa diminuta junção se transforma em um nanofio de espessura atômica e comprimento equivalente a alguns átomos. Esse nanofio, o de menor espessura que se pode produzir na natureza, finalmente se rompe.



BETTINI J. *ET AL. NATURE NANOTECHNOLOGY* VOL. 1, P. 185.

Exemplo de simulação computacional que permitiu a pesquisadores de três instituições brasileiras identificar a seqüência dos três átomos (centro da figura) que formavam o nanofio obtido experimentalmente por eles. As esferas cinzentas representam átomos de prata; as douradas, de ouro

Membros dessa equipe já haviam utilizado essa mesma técnica – introduzida em 1998 pelo grupo japonês liderado por Kunio Takayanagi (*Nature*, vol. 395, pp. 780-783) – para produzir tanto fios de ouro quanto de prata nominalmente puros. A ressalva sobre a eventual pureza real desses fios está associada ao fato de a distância observada experimentalmente entre seus átomos ser muito maior que o esperado. A explicação para esse fato é, em geral, atribuída à existência de átomos mais leves (carbono, hidrogênio, oxigênio, por exemplo) que se 'intrometem' entre os de ouro ou prata. Como esses átomos mais leves têm um número muito menor de elétrons, se comparados aos do ouro e da prata, é mais difícil visualizá-los. Esses eventuais fios não puros de ouro ou prata, porém, não seriam formados intencionalmente.

No trabalho publicado agora em *Nature Nanotechnology*, o objetivo dos pesquisadores da Unicamp, do LNLS e da UFJF foi produzir fios compostos de uma liga de ouro e prata. Distintas composições foram investigadas, desde ligas ricas em ouro até aquelas ricas em prata. Notou-se que, em relação à forma como se rompiam, os nanofios produzidos se comportavam aparentemente como fios puros de ouro, até que altas concentrações de prata (cerca de 80%) fossem atingidas.

Esse resultado foi explicado por simulações computacionais que observaram um acúmulo de átomos de ouro no nanofio. Isso foi atribuído ao fato de esse elemento químico ter certas propriedades – no jargão dos físicos, uma menor energia de superfície e menores barreiras de difusão – diferentes daquelas presentes na prata.

Apesar de sugestivas, essas idéias terão ainda de ser comprovadas, pois a escala de tempo que pode ser examinada pelas simulações computacionais é muito distinta da realidade; além disso, processos que são ativados pela temperatura (difusão, por exemplo) podem não estar sendo corretamente descritos.

Além do acúmulo de átomos de ouro no fio – fenômeno denominado auto-organização pelos autores –, foram feitas observações diretas de nanofios com composição mista. Dois casos foram estudados em detalhes. Em ambos, os fios eram formados por três átomos (dois de prata e um de ouro) suspensos entre contatos ricos em prata (liga nominal com 80% desse elemento). A comparação dessas observações com simulações computacionais permitiu identificar estruturas do tipo prata-prata-ouro conectadas às pontas metálicas (ver figura). Essa foi a primeira observação direta de um nanofio composto por mais de um tipo de átomo.

Esses resultados são muito importantes por abrir uma nova linha de investigação sobre nanofios metálicos. Como em todo bom trabalho pioneiro, várias questões surgem a partir dele: a probabilidade de se encontrar um átomo de ouro em um fio como o descrito (com dois de prata e um de ouro) é uniforme? Ou o ouro é preferencialmente encontrado ligado às pontas? Impurezas de átomos leves também estariam presentes nesses fios? O processo de 'auto-organização' é uma realidade? Há outras ligas que formam nanofios? Com propriedades 'melhores'?

Estas e outras questões só poderão ser respondidas com trabalho árduo e avanços instrumentais realizados por diferentes laboratórios do mundo, motivados, sem dúvida, pelo trabalho feito pelos pesquisadores aqui no Brasil.

Adalberto Fazzio e
Antônio José Roque da Silva
Departamento de Materiais e Mecânica, Instituto de Física, Universidade de São Paulo

P. VUKUSIC/UNIVERSIDADE DE EXETER

ZOOLOGIA

O BRANCO MAIS BRANCO

Para descrever os encantos de suas musas inspiradoras, muitos poetas chegaram a comparar a pele delas ao branco do leite. O melhor, porém, seria dizer que a pele dessas mulheres era branca como o... *Cyphochilus*. O branco das escamas desse besouro, do tamanho de uma unha humana, é mais branco que o leite, que o esmalte dos dentes ou que qualquer outro material mineral da natureza. O que mais impressionou os cientistas foi que a escama é cerca de 10 vezes mais fina que um fio de cabelo.

O branco é raro na natureza, pois a substância precisa refletir todas as freqüências (cores) da luz visível. Mas, no caso do *Cyphochilus*, as escamas ultrafinas, com cerca de cinco milésimos de milímetro de espessura, são dotadas de diminutas estruturas internas tridimensionais que se distribuem aleatoriamente. É essa 'desordem' que faz com que as escamas reflitam todas as cores visíveis, um fenômeno semelhante ao que ocorre na espuma gerada por sabonetes (independentemente da cor do sabonete, a espuma é sempre branca, pois as 'bolhinhas' formam também uma estrutura altamente desordenada).

O besourinho, encontrado no sudeste asiático e que tem escamas na cabeça, corpo e pernas, já serve de fonte de inspiração para a indústria, que programa tanto desenvolver materiais sintéticos ultrafinos e mais brancos quanto aumentar a brancura de papéis, plásticos, tintas etc.

Science, 19/01/07

EM FOCO

PRIMA GIGANTE E MALCHEIROSA DA MANDIOCA. Ela tem mais de 1 m de diâmetro, cheira a carne podre e sua textura se assemelha... a carne podre. A maior flor do mundo, no entanto, tem sido um desafio para os taxonomistas há mais de dois séculos. Porém, uma classificação definitiva parece ter sido obtida agora, colocando a planta *Rafflesia arnoldii* (foto) como parenta próxima da... mandioca, apesar de ser difícil relatar qualquer semelhança entre as duas primas.

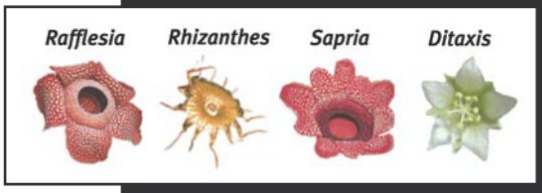
Em 2004, foi possível mostrar que a *R. arnoldii*, cujo hábitat são as florestas tropicais asiáticas, pertencia à ordem das Malpighiáceas (artigo disponível em *BMC Evolutionary Biology*, vol. 4, n. 40). Agora, análises genéticas mais detalhadas permitiram encontrar a família da flor mais malcheirosa do mundo: Euphorbiaceae, que conta com cerca de 6 mil espécies, entre elas a seringueira e a mamoneira, além da mandioca. O resultado espantou os autores, pois a maioria dos membros dessa família tem flores diminutas, que chegam a ser milimétricas.

Segundo Charles Davis, da Universidade Harvard e um dos autores, a evolução rumo a uma flor gigante se deu durante um período de 46 milhões de anos, depois que a *R. arnoldii* divergiu do resto das euforbiáceas. Desde então, a área da flor aumentou cerca de 80 vezes, uma mudança sem igual na botânica, em sua avaliação.

A rainha do mau cheiro é uma parasita sem folhas, caules ou raízes ou mesmo mecanismos para a fotossíntese. Ela se mantém presa a raízes e ramos de outras plantas, das quais retira nutrientes e água, através de 'fios' de aspecto fungoso. Para classificá-la, foi analisado o material genético das mitocôndrias, organelas celulares que agem como 'fábricas' de energia para a planta.

Segundo os autores, a *R. arnoldii* cresce em partes de pouca luz da floresta tropical, o que torna difícil sua visualização pelos insetos polinizadores. Para chamar a atenção deles, a planta sofreu uma pressão evolutiva no sentido de aumentar sua área, bem como maximizar sua textura e seu odor.

JEREMY HOLDEN/SCIENCE (DETALHE)



Todas as raflesiáceas têm flores gigantes e cheiram mal (destaque). Mas os especialistas afirmam que a *R. arnoldii* é imbatível nesse quesito. Sua flor leva meses para crescer e dura cerca de uma semana, período no qual deve ser polinizada. *Science Online*, 11/01/07

MEDICINA

GENE DA LONGEVIDADE?

Passar dos 100 anos de idade com um corpo sadio e uma mente sã é certamente o desejo de muita gente. Não há ainda uma poção mágica que transforme isso em realidade. Mas um artigo deu evidências de que um gene pode estar envolvido nesses casos.

Os autores investigaram 158 judeus asquenaze (ou seja, oriundos da Europa central e oriental), todos com mais de 95 anos de idade. A escolha dos asquenaze se deu pelo fato de eles descenderem de um número limitado de ancestrais, o que facilita a análise genética. Os idosos foram submetidos a teste com 30 questões básicas para avaliar as funções mentais. Respondendo corretamente a 25 delas ou mais, eram considerados aprovados.

Os autores observaram que, nos aprovados, as chances de se encontrar uma variação do gene CETP eram duas a três vezes mais altas do que nos 'reprovados'. O teste foi repetido com outros 124 asquenazes com idades de 75 a 85 anos. Nesse caso, as chances subiram para cinco vezes.

A variante do CETP faz com que as partículas de colesterol (tipo de gordura do sangue) sejam maiores que o normal. Para os autores, isso pode dificultar que elas se alojem nos vasos sangüíneos formando depósitos que os obstruem. Mas não se sabe se esse colesterol mais volumoso protegeria o cérebro da ação deletéria dessa substância. Também é um mistério se essa variante teria efeito protetor contra a doença de Alzheimer (marcada pela perda da memória).

Apesar de tantas dúvidas, a indústria já desenvolve e testa drogas que imitem os efeitos da variante do CETP.

Apenas uma em aproximadamente 10 mil pessoas torna-se centenária. Se a pessoa tem um caso familiar assim, as chances de também se chegar lá são de 10 a 18 vezes maiores que a média da população. Segundo o líder da pesquisa, Nir Barzilai, da Faculdade de Medicina Albert Einstein, da Universidade Yeshiva (Israel), em entrevista para uma revista de divulgação científica, as pessoas centenárias em geral não são atletas, vegetarianas e algumas fumaram por cerca de 90 anos.

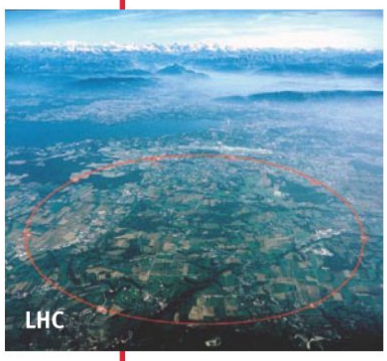
Neurology, 26/12/06

ROUPA E FERTILIDADE • Se sua mulher ou namorada, leitor, aparecer de uma hora para outra, sem um motivo especial, mais bem vestida que o normal, isso pode ser evidência de que ela está em seu pico mais alto de fertilidade. E pode estar fazendo isso – mesmo que o relacionamento entre vocês seja estável – para involuntariamente atrair a atenção de outros homens. Essas são conclusões de uma pesquisa feita com 30 mulheres, entre 18 e 37 anos de idade, nos Estados Unidos. Primeiramente, os autores tiraram duas fotos de corpo inteiro de cada voluntária, uma no dia de fertilidade mais alta e outra no de mais baixa. Então, 42 voluntários foram convidados para escolher a foto em que as mulheres pareciam mais atraentes. A escolha da foto tirada no pico mais alto de fertilidade foi 60% mais freqüente em comparação com uma seleção feita por mero acaso (por sorteio, por exemplo). O estudo foi classificado como a primeira evidência de que as mulheres dão sinais visíveis sobre sua fertilidade (fêmeas de outros primatas costumam dar sinais físicos quando estão férteis). Segundo os autores, as mulheres, quando estão em seus períodos de máxima fertilidade, tendem a se sentir atraídas por outros parceiros. (*Hormones and Behavior*, vol. 51, n. 1, pp. 40-45, 2007)

NOVO GENE DE CÂNCER DE MAMA • Muitas mulheres já sabem que as siglas BRCA1 e BRCA2 representam risco mais alto de desenvolver câncer de mama. Agora, será preciso incluir mais uma delas na lista de genes que causam essa doença: PALB2. Ser portador de um gene defeituoso desse tipo, segundo os autores, significa dobrar as chances, ao longo da vida, de apresentar câncer de mama. Também se suspeita que ter duas cópias defeituosas desse gene predisponha crianças a um tipo de anemia muito grave, a anemia de Fanconi, quadro no qual há risco elevado de surgimento de cânceres de rim e cérebro. A função do PALB2 é restaurar o DNA mutante, daí o surgimento do câncer quando ele está defeituoso.
Os pesquisadores avaliaram 923 mulheres com câncer de mama (não causado pelo BRCA1 ou BRCA2) e com histórico familiar da doença (outras 1.084 mulheres sadias foram usadas como grupo-controle). Dez pacientes do primeiro grupo apresentavam o PALB2. Esse resultado traz uma boa notícia: o PALB2 defeituoso está envolvido em uma porção ínfima de casos – em todo o Reino Unido, avalia-se em cerca de 100 casos por ano. Apenas 5% dos cânceres de mama são causados por genes. (*Nature Genetics*, fevereiro de 2007)

SINTONIA FINA

Ela é denominada 'partícula de Deus', mas está incitando uma competição infernal entre os Estados Unidos e a Europa no campo da física. O bóson de Higgs, proposto em 1964 pelo físico britânico Peter Higgs, é uma partícula subatômica supostamente responsável por dar a propriedade de massa para todas as outras companheiras do microuniverso atômico, de elétrons, prótons e nêutrons a integrantes menos populares, como quarks, bósons, múons, neutrinos etc. Em outras palavras, o leitor está 'sentindo' este exemplar de *Ciência Hoje* nas mãos graças à ação do bóson de Higgs sobre os elétrons. A novidade agora é que cálculos indiretos indicam que o Higgs tem uma massa menor do que a aceita até agora, passando de 166 bilhões de elétrons-volt (ou 166 GeV) para 153 GeV (apesar dos 'bilhões', a unidade elétron-volt, usada pelos físicos para medir massa e energia, é muito pequena se comparada com as energias e massas com que lidamos no dia-a-dia). Com um bóson de Higgs mais 'magro', o que ganha energia é a corrida por sua detecção. No final deste ano, em Genebra (Suíça), deve começar a funcionar o LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Partículas), o maior e mais potente acelerador de partículas do mundo. Grande parte da justificativa pública para seus custos (bilhões de dólares) está calcada na detecção do Higgs. Porém, essa primazia ficou ameaçada. Por fora e agora com chances renovadas para essa prova, está o Tevatron, em Batavia, Illinois (Estados Unidos), cujo limite superior de energia (170 GeV) não se mostrou suficiente para detectar o Higgs. Mas, agora, os 153 GeV estão mais acessíveis ao 'velho' acelerador. E isso causou euforia nos pesquisadores norte-americanos. E temor no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), que abriga o LHC. Se Higgs for detectado no Tevatron, a equipe do LHC ficará, no mínimo, sem seu carro-chefe de propaganda. O Higgs já foi caçado até 114 GeV, pelo LEP, acelerador fechado em 2000 para dar lugar ao gigante LHC. O Tevatron sai com uma pequena vantagem nessa corrida: funcionará até 2009, enquanto o LHC, apesar de estar previsto para ser inaugurado em poucos meses, só começará a captar dados mais confiáveis em meados do ano que vem, depois da fase de calibração. Até lá, a equipe do Tevatron pretende correr atrás do Higgs. O anúncio da nova massa, feito em 8 de janeiro, foi do grupo de físicos que trabalha no CDF, um dos detectores gigantes que estão acoplados ao Tevatron. Caso o Higgs não seja achado nem no LHC, nem no Tevatron, os físicos terão de voltar os olhos para teorias mais complexas que a usual (o chamado Modelo Padrão de Partículas Elementares), que não o incluem. Resta saber se, no caso de o Higgs não aparecer, será mantido o apelido 'partícula de Deus'.


LHC

Tevatron

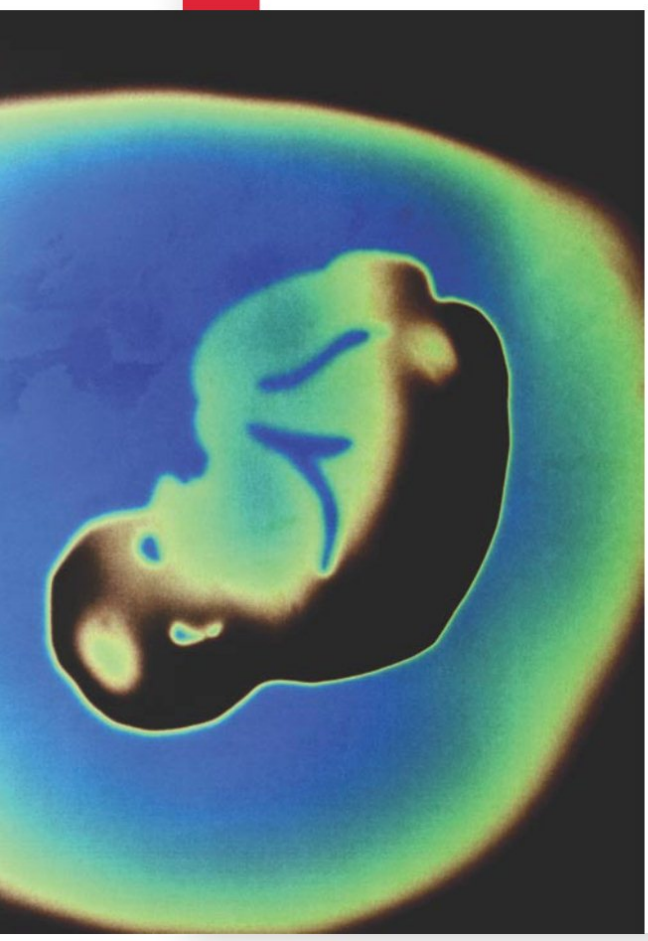
FERMILAB/CERN

DESTAQUE

MEDICINA Líquido da placenta pode resolver problema ético

NOVA FONTE PARA CÉLULAS-TRONCO

Local: indeterminado. Tempo: no futuro. Nasce um bebê diagnosticado, ainda no útero, com uma doença que afeta um de seus órgãos. Após o nascimento, os médicos imediatamente dão início a um transplante, retirando o órgão problemático e inserindo outro feito a partir de células-tronco coletadas do líquido da placenta da mãe, ainda nos primeiros meses de gravidez. O novo órgão não sofrerá rejeição, pois suas células têm o mesmo material genético dos outros tecidos do bebê. O recém-nascido, caso fosse o início do século 21, talvez estivesse fadado a viver algumas poucas horas ou dias.



A cena descrita acima ainda é ficção, mas o resultado de uma pesquisa dá boas razões para acreditar que isso poderá ser realidade. Essas células-tronco coletadas do líquido amniótico (que fica dentro da placenta e protege o feto) talvez venham a representar uma esperança para o tratamento ou a cura de doenças neurodegenerativas (Parkinson e Alzheimer) e diabetes.

A equipe liderada por Anthony Attala, diretor do Instituto de Medicina Regenerativa da Universidade de Wake Forest, conseguiu isolar células-tronco do líquido amniótico, coletado em exames de amniocentese, feitos por volta da 16ª semana de gravidez para investigar se o feto tem problemas genéticos.

Células-tronco (CT), em teoria, têm potencial para se transformar em qualquer tipo de tecido do corpo. As com mais alta capacidade nesse sentido são as células-tronco embrionárias humanas (CTEH). CTs também podem ser encontradas no cordão umbilical, na gordura e na medula ósseas, mas sem apresentar a mesma capacidade de diferenciação que as embrionárias.

Os resultados de Attala mostram que as CT de líquido amniótico parecem ser tão pluripotentes quanto as CTEH. Nos experimentos, elas se diferenciaram em músculo, osso, gordura, vasos sangüíneos, fígado e células nervosas (isso acontece depois que as CT são submetidas a culturas nas quais são incitadas a se desenvolver através dos chamados fatores de crescimento).

Se a técnica de Attala e equipe se mostrar viável, ela eliminará os problemas éticos que atualmente mantêm um debate acalorado sobre o uso de CTEH em terapias, pois a obtenção desse tipo de CT implica destruir os embriões.

Similares, mas não iguais

Attala também coletou CT amnióticas de camundongos e as testou nesses animais. Segundo ele, os resultados foram muito satisfatórios, com as CT amnióticas produzindo substâncias-chave quando injetadas no cérebro e se desenvolvendo como células normais na medula óssea.

Um membro da equipe disse que as CT de líquido amniótico são similares, mas não iguais às CTEH. Isso significa, segundo ele, que elas poderão ser melhores para algumas aplicações específicas. Attala ressalta duas vantagens das CT de líquido amniótico em relação às embrionárias: a) não é necessário destruir os embriões para obtê-las (o que sempre é bem saudado, principalmente pelos grupos religiosos e alas mais conservadoras); b) elas não causam tumores (o que acontece, às vezes, com as embrionárias quando injetadas em tecidos). Nesse último caso, a razão é que as CT de líquido amniótico são mais 'maduras', ou seja, mais desenvolvidas que as embrionárias, ficando em um meio termo entre estas e as células adultas.

Cerca de 1% das células do líquido amniótico é CT, mas a coleta desse fluido é complicada. Nos partos normais, a bolsa com o líquido se rompe, e este se espalha pelo chão. A coleta dele na cesariana atrapalha o procedimento cirúrgico.

Resta saber se as CT de líquido amniótico poderão ser usadas para aplicações terapêuticas. Isso é o que Attala e sua equipe pretendem investigar agora.

Nature Biotechnology*, 07/01/07 *online

GENÔMICA

DEPOIS DE DOLLY... GALINHAS MUTANTES

No futuro, os portadores de cânceres ou doenças neurodegenerativas poderão ser gratos às galinhas do Instituto Roslin (Escócia), o mesmo que criou a ovelha Dolly (1997-2003), o primeiro mamífero da história clonado de uma célula adulta. Pesquisadores do instituto, liderados por Helen Sang, desenvolveram 500 galinhas geneticamente modificadas capazes de produzir substâncias, como o anticorpo miR24 e o interferon b-1a, usadas no tratamento de melanoma (câncer de pele) ou doenças neurodegenerativas, como a esclerose múltipla.

As substâncias são produzidas na clara dos ovos e, segundo os autores, podem ser facilmente extraídas e purificadas. Segundo Sang, a produtividade no caso do interferon é muito boa. Já para os anticorpos, o processo terá de ser melhorado, pois as doses necessárias para o tratamento são muito altas.

Uma vantagem de usar galinhas como biofábricas é que, uma vez obtido um jovem macho que produza o medicamento, é fácil e rápido cruzá-lo com centenas de galinhas e obter delas um ovo por dia, disse Sang à *BBC News*.

Esses resultados, segundo o instituto, são frutos de 15 anos de trabalho. Os autores alertam que provavelmente será necessário esperar o mesmo número de anos para um medicamento chegar ao mercado. A pesquisa é feita em colaboração com empresas de biotecnologia.

Proceedings of the National Academy of Sciences, a ser publicado

NOVA DROGA CONTRA O CÂNCER • Uma nova droga mostrou um potencial impressionante para reduzir o volume de tumores malignos em poucas horas. Ela foi testada em 18 pacientes com câncer, sendo que, em oito deles (os que receberam a N-nitro-L-arginina em alta dosagem), o tamanho do tumor diminuiu significativamente uma hora depois da administração e continuou decrescendo nas 24 horas seguintes. A função dessa substância é bloquear a 'fabricação' (síntese) de óxido nítrico (NO), que, por sua vez, está envolvido no mecanismo de abastecimento de sangue para o tumor, essencial para fazê-lo crescer e se dividir. Portanto, inibir a fabricação de NO, bem como de outras substâncias (enzimas) envolvidas nesse processo, leva o tumor a morrer de 'fome'. Os autores consideraram os resultados altamente promissores e esperam que sirvam de ponto de partida para o desenvolvimento de um novo medicamento contra o câncer. (*The Lancet Oncology*, 15/01/07 *online*)

SINTONIA FINA

Lóris-delgado

SOCIEDADE ZOOLÓGICA DE LONDRES

Pela simpatia que despertam na opinião pública, certos animais, como golfinhos e pandas gigantes, vivem na mídia quando o assunto são espécies ameaçadas de extinção. Mas nem todos os bichos sob esse risco costumam ter seus nomes e suas imagens divulgados na imprensa. Agora, a Sociedade Zoológica de Londres (SZL) decidiu que a vez dos 'sem mídia' chegou. E, para isso, criou o Projeto Edge (acrônimo, em inglês, para algo como Globalmente Ameaçados e Evolutivamente Distintos). Ou seja, uma designação politicamente correta para animais esquisitos e desconhecidos. O projeto Edge vai arrecadar dinheiro para proteger, em nível global, uma lista de animais até agora ignorados por outros planos de conservação. Muitos deles são representantes únicos de seu gênero, e outros já podem estar até extintos. Em geral, esses bichos, além do fato de estarem em perigo, não têm outros animais evolutivamente próximos deles. Uma lista geral deles inclui 564 espécies, sendo que o programa do SZL vai centrar forças nos 100 mais ameaçados. A ação do Edge, no primeiro ano, deve ter seu foco voltado para 10 animais, entre os quais estão o morcego-nariz-de-porco (tido como o menor mamífero do mundo), o hipopótamo-pigmeu, o lóris-delgado, o equidna-de-bico-longo e o boto chinês baiji (talvez, já extinto). Há também, na lista mais longa, animais gigantes, como a baleia-azul, e até um mais conhecido do público brasileiro, o peixe-boi amazônico. Para os interessados, a lista completa está no sítio www.edgeofexistence.org. Lá, os internautas poderão acompanhar o desenvolvimento do projeto e fazer doações. O SZL pretende primeiramente enviar especialistas para os hábitats dessas 10 espécies e recrutar estudantes locais para ajudar nos trabalhos de avaliação. Segundo o cientista-chefe do projeto, Jonathan Baillie, nos próximos cinco anos já haverá planos de ação para os 90 outros animais da lista.

FÍSICA

RAIOS X DO 'ESQUELETO' DO UNIVERSO

Apenas 5% da massa do universo são conhecidos. O restante, cuja natureza ainda é um mistério, são divididos assim: 70% de energia escura, um tipo de força antigravitacional que faz o universo se expandir de modo acelerado, e 25% de matéria escura, que não emite nenhum tipo de luz e só é detectada pela ação gravitacional que exerce na matéria ordinária, ou seja, sobre aqueles 5% que formam de galáxias e estrelas a animais, plantas e minerais.

A energia escura ainda continua como um grande mistério da ciência – talvez, o mais instigante deste início de século. Mas agora, pela primeira vez, pesquisadores do projeto Cosmos (sigla, em inglês, para Pesquisa sobre a Evolução Cósmica) juntaram dados coletados pelos mais importantes telescópios do planeta (o espacial Hubble; o Subaru, no Havaí; o VLT, no Chile; e o satélite XMM-Newton, também no espaço) sobre galáxias e aglomerados de galáxias para montar um mapa em três dimensões da matéria escura.

A chave para se chegar ao mapa foi a distorção causada na trajetória da luz quando esta passa por grandes aglomerados de massa (galáxias, por exemplo), em um fenômeno semelhante ao que sofrem os raios solares ao passar por uma lupa (por isso, o efeito é denominado lente gravitacional). A estratégia do Cosmos foi mais ou menos assim: da distorção calculada com base nos dados dos quatro telescópios, os cientistas subtraíram aquela que eles sabiam ser causada pela matéria ordinária. O resultado dessa diferença levou, portanto, ao efeito da matéria escura sobre a luz. Isso permitiu desenhar um mapa em 3D (figura).

Uma das principais conclusões é que a matéria escura, ao longo do tempo, foi formando 'chumaços', e estes passaram a atrair a matéria ordinária gravitacionalmente. Em uma analogia, pode-se dizer que a matéria escura formou um esqueleto em torno do qual cresceram galáxias e aglomerados de galáxias. Um mistério, porém, é explicar largas regiões do mapa em que só há matéria ordinária.

Animações mostrando a evolução da matéria escura podem ser vistas em http://www.spacetelescope.org/videos, buscando pela palavra-chave 'cosmos'.

Nature, 18/01/07

Acima, cortes transversais mostram a distribuição de matéria escura à medida que se caminha em direção ao passado do universo. Abaixo, mapa em três dimensões da matéria escura na área do céu investigada

INASA/ESA/MASSEY

SINTONIA FINA

Seria ético criar um embrião que fosse um híbrido de um ser humano e um animal? Mesmo que 99% dele fossem humanos e que o objetivo da pesquisa fosse achar cura ou tratamento para doenças neurodegenerativas devastadoras, como Alzheimer e Parkinson? A resposta tem sido motivo de debate no Reino Unido. De um lado, estão cientistas que apresentaram essa proposta, na qual o material genético humano seria injetado em uma célula hospedeira animal. Esses pesquisadores temem que ela não seja nem aprovada pela Autoridade de Embriologia e Fertilização Humanas, mais conhecida pela sigla HEFA. Na verdade, a própria HEFA tem dúvidas se a análise desse tipo de proposta é de sua alçada. Até o primeiro-ministro Tony Blair entrou na discussão, classificando o problema como "difícil", mas amenizando a situação ao dizer que "qualquer pesquisa que tenha como objetivo salvar vidas e melhorar a qualidade de vida das pessoas deve seguir em frente". Para alguns, as leis sobre o assunto, que datam ainda de 1990, devem ser atualizadas para poder acompanhar o surgimento de novas tecnologias e questões éticas. No momento, uma lei sobre tratamento de fertilidade e pesquisa com embriões, submetida à opinião pública, está no Parlamento à espera de debate. A justificativa dos pesquisadores para a criação de quimeras (nome dado aos embriões híbridos) é que a oferta de embriões humanos é muito baixa. Além disso, a pesquisa com quimeras, segundo os especialistas, é menos trabalhosa e permite resultados melhores quando comparada com a de embriões humanos. Parentes dos portadores de doenças neurodegenerativas apóiam a iniciativa. Se a HEFA decidir que o assunto não lhe diz respeito, os pesquisadores não precisarão de licença para prosseguir com suas pesquisas. Políticos liberais do Reino Unido já disseram que o banimento desse tipo de pesquisa certamente levará a uma forte oposição tanto dos parlamentares quanto da comunidade científica. Organizações não governamentais ligadas à ética de pesquisa com embriões já se manifestaram contra a criação de híbridos.

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)*

Eles já estão entre nós?

Franklin Rumjanek

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

A história evolutiva da nossa espécie ainda está cercada de mistério. A razão principal para esse estado das coisas é a escassez de espécimes suficientemente bem conservados, o que normalmente gera dados controversos. No entanto, mesmo diante das várias incertezas, alguns conceitos já estão mais bem consolidados. Paleontólogos e antropólogos concordam, nesse contexto, que houve uma seqüência evolutiva que resumidamente pode ser descrita assim: *Australopithecus* (entre 3,2 e 2,5 milhões de anos atrás) → *Homo erectus* (entre 1,5 e 0,4 milhão de anos atrás) → *Homo sapiens* (desde 0,5 milhão de anos atrás). É preciso lembrar, porém, que a árvore genealógica dos humanos é na verdade bem mais intrincada e possui muitos outros ramos.

Até há pouco, as relações taxonômicas entre as diversas espécies eram estabelecidas exclusivamente por meio de comparações anatômicas (volume e forma do crânio, tamanho dos caninos, musculatura do pescoço e outras). Hoje, graças a novas tecnologias, os paleontólogos podem enxergar o passado de maneira um pouco mais nítida. As ferramentas mais modernas permitem não só datar as amostras com maior precisão, mas também medir a própria taxa de evolução.

A idade e a velocidade da evolução de nosso antepassado mais próximo, o homem de Neandertal, por exemplo, foi medida por meio de análises diretas do DNA de seus ossos. Esse não é o primeiro resultado nessa área, mas a novidade introduzida pelo biólogo molecular norte-americano Richard Green e outros (*Nature*, v. 444, p. 330, 2006) foi uma técnica de seqüenciamento de DNA que permitiu uma análise em maior escala de um genoma fossilizado altamente degradado. Em outras palavras, pela primeira vez o seqüenciamento parcial do genoma desse hominídeo pré-histórico produziu dados mais informativos sobre esses nossos parentes.

Os resultados não só confirmaram que o homem de Neandertal era uma espécie diferente do *H. sapiens*, o que já havia sido deduzido pela antropometria, como também revelou que pode ter havido miscigenação entre o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens*. Esse é um detalhe interessante, porque até hoje se especula se essas e outras espécies de hominídeos teriam interagido entre si. Na verdade, não existem evidências que demonstrem a coabitação, no mesmo sítio arqueológico, de *H. neanderthalensis* e *H. sapiens*. Por outro lado, há muitos vestígios temporais e geográficos que sugerem que em uma determinada época as duas espécies tenham vivido juntas. O que se sabe atualmente é que os fósseis mais antigos com as características do homem de Neandertal têm cerca de 400 mil anos e que a espécie, segundo os últimos registros de datação, desapareceu há cerca de 30 mil anos. Assim, houve tempo suficiente para que as duas espécies se encontrassem e acasalassem. Os dados do DNA sugerem isso.

O *Homo sapiens* não é o último capítulo da evolução humana, que prossegue inexoravelmente

Curiosamente, quando o DNA fóssil foi analisado, concluiu-se que o fluxo gênico ocorreu predominantemente do *H. sapiens* para o *H. neanderthalensis*. O fluxo gênico é a transferência de genes entre populações. No caso presente, os dados sugerem que o *H. sapiens* passou uma parte de seus genes para os neandertais – e não o contrário. É prematuro afirmar que essa transferência de genes tenha sido um fator que predispôs os neandertais à extinção. No entanto, é inteiramente provável que o *H. sapiens* tenha contribuído para a extinção dos neandertais simplesmente por competição, pois é sabido que, na natureza, espécies semelhantes que disputam os mesmos recursos tendem a não ocupar o mesmo nicho ecológico. Levando em conta, porém, que a população invasora (*H. sapiens*) seria composta por não mais que alguns milhares de indivíduos, torna-se difícil imaginar que não haveria espaço suficiente para acomodar ambas as populações (e outras) em áreas diferentes.

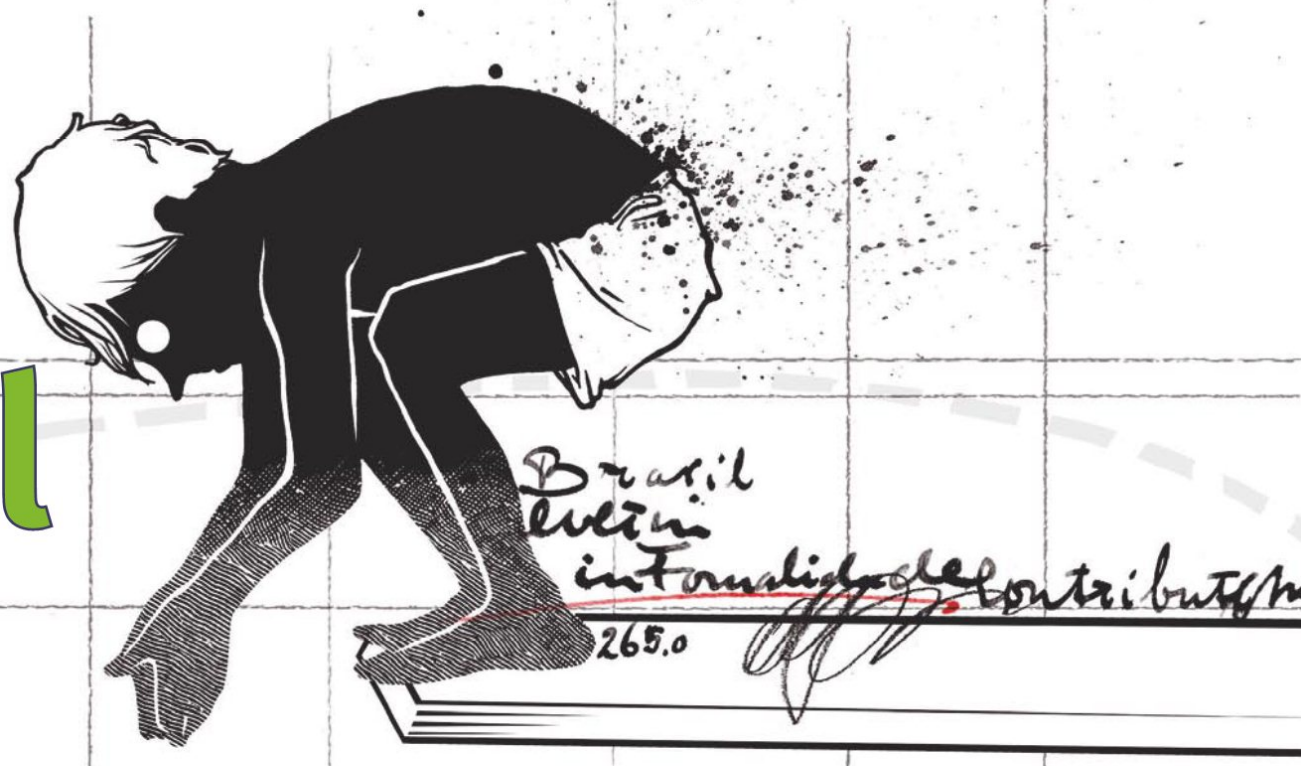
Na verdade, essas duas hipóteses não são mutuamente excludentes e é provável que ambas tenham contribuído para a extinção dos neandertais. Se considerarmos que o *H. sapiens* não é o último capítulo da evolução humana, e que esta prossegue inexoravelmente, é certo que o *'Homo futurus'* – o qual algum dia nos levará à extinção – em breve estará perambulando por nosso planeta. ■

Setor informal e informalidade no Br

No ano passado, das mais de 87 milhões de pessoas com trabalho, no Brasil, quase 81 milhões tinham ocupações remuneradas. Desses, uma importante parcela – 30,2 milhões, incluindo autônomos, empregados domésticos e pequenos negócios com baixo nível de organização – formavam o chamado setor informal. Qual é, porém, a correta delimitação do setor informal, noção que muitas vezes é confundida com a de informalidade?

Claudio Salvadori Dedecca
Instituto de Economia,
Universidade Estadual de Campinas

de asil



Quando se fala em 'setor informal' da economia, muitas pessoas pensam logo nos trabalhadores autônomos situados nas faixas mais pobres (camelôs, vendedores ambulantes, prestadores de serviços, empregados domésticos, artesãos e outros). Esse setor, porém, é mais amplo: inclui os pequenos 'negócios', registrados ou não, individuais, familiares ou com até cinco empregados, caracterizados por produção em pequena escala e baixo nível de organização. Além disso, fazem parte desse grupo – segundo alguns estudiosos – profissionais altamente qualificados, como consultores de empresas, que trabalham sem vínculo empregatício.

Também é comum confundir as noções de setor informal e de informalidade, o que prejudica inclusive muitas análises econômicas e dificulta a compreensão dos fenômenos observados no mercado de trabalho. Enquanto o setor informal engloba as 'unidades de produção' de pequeno porte, que atuam à margem dos segmentos modernizados da economia, a informalidade está relacionada ao não cumprimento das normas de proteção aos trabalhadores (basicamente, a ausência de contribuição para a previdência social ▸

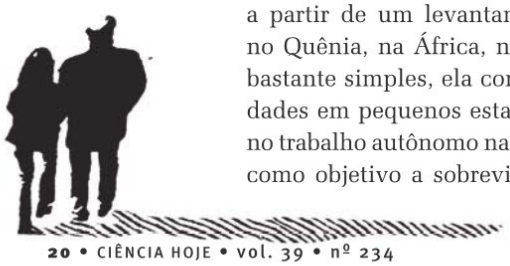
ILUSTRAÇÕES MATEU VELASCO

e outros fundos que beneficiam a força de trabalho). Para mostrar as diferenças entre os dois conceitos, pode-se dizer que uma parcela do setor informal (por exemplo, empregados domésticos com carteira assinada) recolhe os encargos sociais, e portanto não está na informalidade, enquanto muitas empresas do setor formal (aquelas regularizadas, com maior escala de produção e inseridas no mercado capitalista) utilizam os serviços de trabalhadores sem vínculos empregatícios e sem recolher os encargos correspondentes (essa parcela do setor formal, portanto, está na informalidade).

A história das origens desses conceitos e do seu desenvolvimento nas últimas décadas pode ajudar a esclarecer as dúvidas e facilitar uma breve avaliação das dimensões desses segmentos na economia brasileira.

O setor informal

A noção de setor informal foi formulada de início pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), a partir de um levantamento de campo realizado no Quênia, na África, no final dos anos 60. Então bastante simples, ela considerava somente as atividades em pequenos estabelecimentos, ou baseadas no trabalho autônomo nas áreas urbanas, que tinham como objetivo a sobrevivência das pessoas diretamente envolvidas. A partir desse estudo nasceu a noção de setor informal urbano (SIU), que engloba as formas e relações de produção de natureza não capitalista, isto é, que não têm como meta o lucro e, portanto, a acumulação de capital.



Esse levantamento era parte do Programa Mundial de Emprego, uma iniciativa da OIT para ampliar a presença do capitalismo desenvolvido nos países periféricos. Como parte dessa estratégia, foi implementado no início dos anos 70 o Programa de Emprego para a América Latina e Caribe (Prealc), sediado em Santiago (Chile). Com base nos estudos feitos no Quênia, o Prealc realizou levantamentos de campo em diversos países latino-americanos. Esse estudo considerava como setor informal os pequenos empreendimentos com até cinco empregados e as formas de trabalho autônomo urbanas. Os resultados desses levantamentos consolidaram a noção de setor informal urbano, cujas características fundamentais eram a estratégia de sobrevivência das pessoas envolvidas e os baixos níveis de produtividade.

Essa definição de setor informal estava focada nas relações de produção e trabalho prevalecentes nos pequenos estabelecimentos ou negócios – claramente diferentes daquelas que marcavam as médias e grandes empresas, onde o lucro e a acumulação de capital constituíam o foco principal do processo de decisão capitalista. Segundo os estudos realizados nos anos 70, o propósito das atividades do setor informal era a sobrevivência daqueles que delas participavam, os quais, em sua maioria, tinham pouca perspectiva em termos de crescimento e desenvolvimento. Esses estudos apontavam, ainda, que as atividades do setor informal tendiam a ter seus mercados apropriados pela média e grande empresa capitalista.

Era parte da noção de setor informal a aceitação de certas tendências da dinâmica capitalista do pós-guerra, dominada por médias e grandes empresas que se apropriavam crescentemente dos mercados existentes, destruindo os pequenos negócios. Estes, para sobreviver, precisavam buscar segmentos que as médias e grandes empresas ainda não pudessem explorar.

A trajetória de crescimento dos países latino-americanos chancelava essa visão, pois na época o processo de industrialização apresentava um avanço expressivo na região, com uma presença importante das empresas produtivas multinacionais. O que se sabia sobre os impactos da transformação econômica na estrutura produtiva permitia estabelecer que as atividades do setor informal teriam um papel complementar no processo de consolidação e dominância das médias e grandes empresas nacionais e internacionais.

O rompimento dessa trajetória de crescimento, já sinalizada na segunda metade dos anos 70 e explicitada nos primeiros anos da década seguinte, deu origem a uma crise econômica, estreitamente relacionada a problemas de financiamento externo. Seus efeitos sobre a atividade produtiva e sobre o mercado de trabalho dos países da região foram imediatos, impondo tanto uma redução do nível de emprego das médias e grandes empresas quanto a eclosão, pela primeira vez, da situação de desemprego aberto.

Ao mesmo tempo em que a América Latina mergulhava em uma crise econômica sem precedentes desde os anos 30, os países desenvolvidos enfrentavam, internamente, uma pressão intensa pela redução das normas públicas que vigoravam sobre os contratos e as relações de trabalho. As reivindicações incluíam uma menor regulação, proveniente do Estado e das negociações coletivas, sobre o mercado de trabalho. A crise de emprego nos países desenvolvidos se traduziu, a partir do início dos anos 80, em redução da proteção social ao trabalho.

Esse processo foi transferido para a América Latina através das instituições internacionais de desenvolvimento, iniciando-se uma pressão para a redução da regulação pública sobre os contratos e as relações de trabalho em nossos países.

Tanto nas economias desenvolvidas quanto nas periféricas, a pressão visando reduzir a regulação pública apoiava-se em dois argumentos principais. O primeiro usava como justificativa o elevado desemprego existente, defendendo que normas mais flexíveis de contratação no trabalho (ou seja, menores garantias de direitos sociais) permitiria superar o problema. O segundo era associado à suposta existência de um custo elevado – imposto pela regulação pública – para a contratação do trabalho, o que alimentava tanto o desemprego quanto a proliferação de contratos estabelecidos à margem das determinações legais.

A informalidade

Surge nesse contexto outra noção: a de informalidade. Essa noção emerge, nos países desenvolvidos, de uma situação de desemprego com forte presença da mão-de-obra imigrante vinda das antigas colônias. O fim do crescimento das economias centrais reduz a demanda por mão-de-obra de baixa qualificação, quebrando um movimento de absorção de trabalhadores migrantes em atividades de baixa remuneração. Antes ocupados na franja do mercado de trabalho, os migrantes tornam-se desempregados, enquanto os trabalhadores nascidos no país passam a competir pelos postos de trabalho de menor qualificação.

Nos países latino-americanos, a crise econômica expulsa parte do contingente de trabalhadores ocupados nas grandes empresas, criando um desemprego aberto, mais comum em países desenvolvidos. Ao mesmo tempo, a perda de capacidade de absorção de mão-de-obra pelas médias e grandes empresas faz do setor informal o espaço definitivo para a ocupação de parcelas crescentes da população.

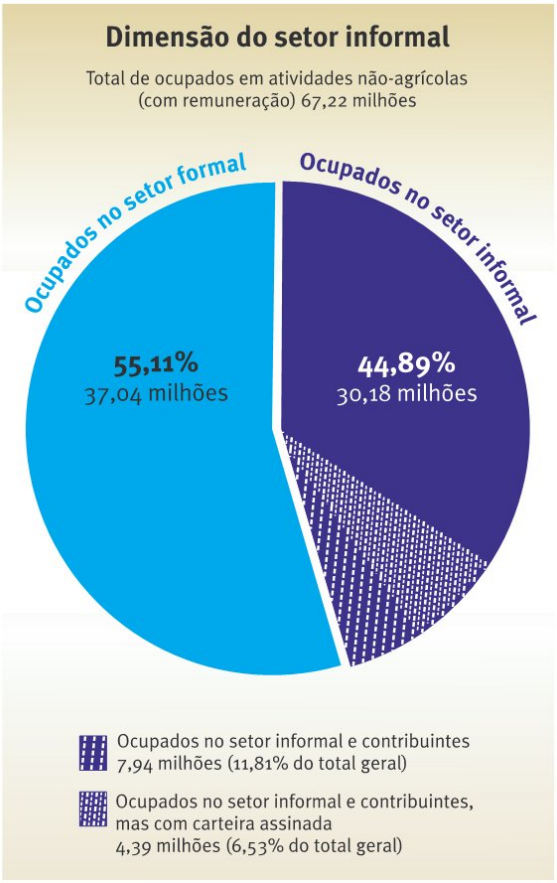


Figura 1. No Brasil, em 2005, o setor informal correspondia a pouco menos da metade da população ocupada em atividades não-agrícolas e remuneradas – parte desse setor contribuía para a previdência e, portanto, não estava na informalidade

Com isso, ampliaram-se as formas de trabalho sem proteção social, isto é, à margem da regulação pública existente sobre os contratos e as relações de trabalho. Esse movimento alimentou a noção de informalidade, que expressa a totalidade das situações ocupacionais sem proteção social. Tais ocupações não fazem parte, necessariamente, do universo de atividades em que se baseou a noção original de setor informal formulada no final dos anos 60.

Duas noções, portanto, passaram a ser consideradas nos diagnósticos, nas análises e nas políticas sobre o problema de emprego nos países da América Latina e Caribe. De um lado, a de setor informal. De outro, a de informalidade. Embora sejam tomadas, muitas vezes, como sinônimos, elas são, de fato, muito diferentes, e apenas parcialmente complementares. A noção de setor informal, como já citado, relaciona-se às atividades econômicas cuja estratégia é a simples sobrevivência das pessoas por elas envolvidas. Já a de informalidade diz respeito às ocupações sem proteção social, isto é, que não contribuem para os sistemas nacionais de previdência social e para os demais fundos públicos da política social.

A economia brasileira

Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, referentes a 2005, sobre as características da população brasileira economicamente ativa (87,06 milhões naquele ano), permitem mensurar a dimensão do setor informal e da informalidade no país, revelando que essas noções abrangem distintos segmentos populacionais presentes no mercado de trabalho.

Seguindo a tradição dos estudos sobre setor informal (trabalhadores autônomos, empregados do-

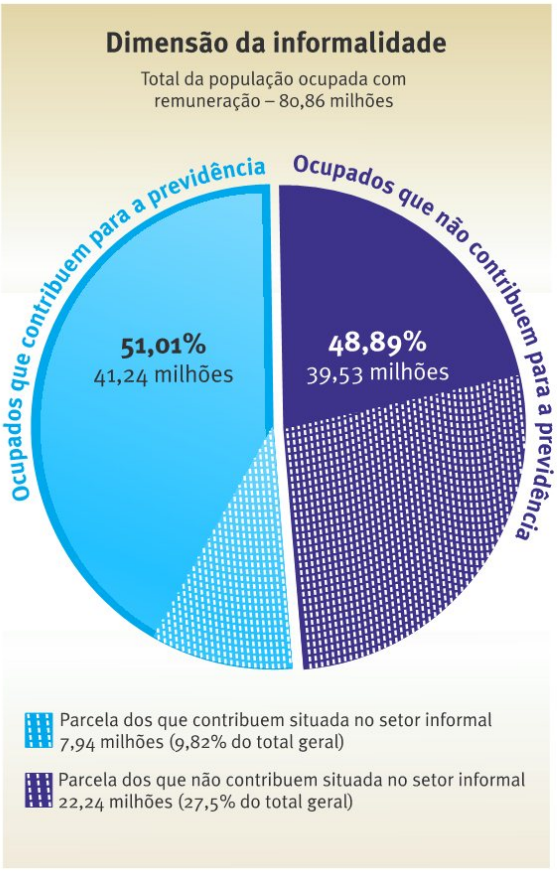


Figura 2. No Brasil, em 2005, praticamente a metade da população ocupada em atividades remuneradas (agrícolas e não-agrícolas) estava na informalidade, ou seja, não contribuía para a previdência. O chamado setor informal, porém, divide-se entre contribuintes e não-contribuintes

mésticos e empresas individuais ou com até cinco empregados), constata-se que sua dimensão em 2005 era de cerca de 30,18 milhões de pessoas para uma população ocupada em atividades não agrícolas de 67,22 milhões. Portanto, o setor informal correspondia, naquele ano, a 44,89% da população ocupada não agrícola brasileira. Dos 30,2 milhões de integrantes do setor informal, 7,9 milhões (4,4 milhões com carteira assinada) contribuíam para a previdência social – não estavam, portanto, na chamada informalidade (figura 1).

Situação distinta é encontrada quando se adota a noção de informalidade, que tem como critério básico a não contribuição para a previdência social. De um total de 80,86 milhões de pessoas ocupadas em atividades agrícolas e não-agrícolas (com remuneração), 39,53 milhões estavam em situação de informalidade. Isso corresponde a 49% da população ocupada e com remuneração (figura 2). Existiam ainda no país, em 2005, 6,28 milhões de pessoas que trabalhavam para consumo próprio, atuavam em construções para uso próprio e tinham outras ocupações não remuneradas.

Observa-se que a diferença entre as noções resulta em dimensões ocupacionais distintas, que não podem ser consideradas somente de natureza quantitativa. As noções expressam aspectos distintos da estrutura socioeconômica brasileira (figura 3).

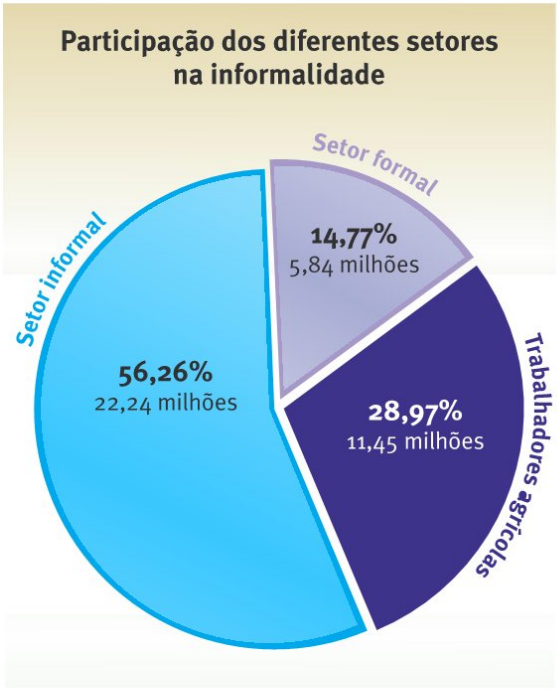


Figura 3. Os trabalhadores em ocupações remuneradas e que não contribuíam para a previdência, em 2005, distribuíam-se por todos os setores da economia brasileira, mas a grande maioria estava no setor informal

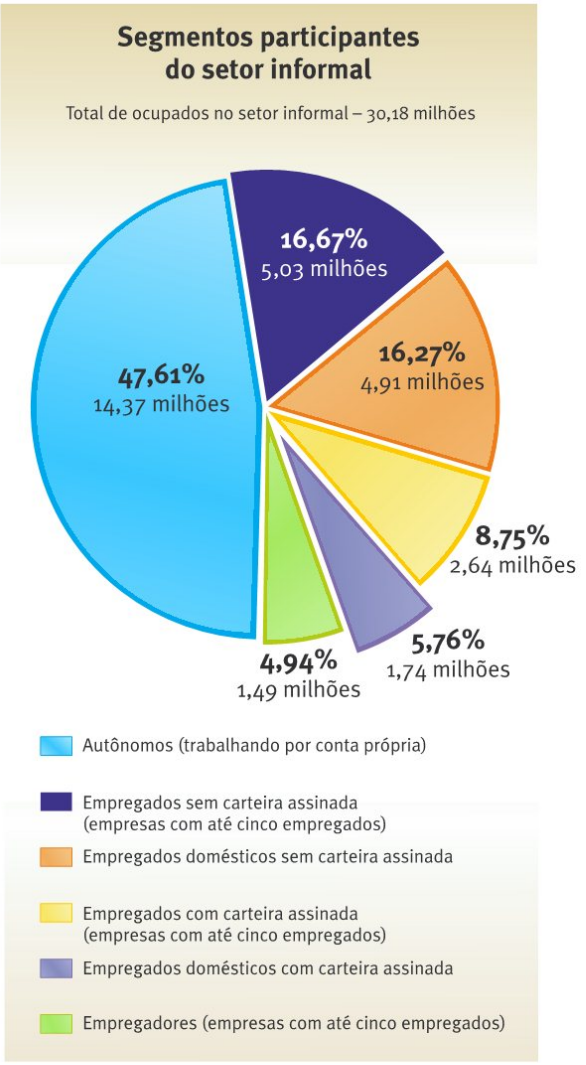


Figura 4. A composição do setor informal, no Brasil, em 2005, mostrava que os trabalhadores autônomos representavam quase a metade desse segmento

Além disso, merece destaque que ambas as noções não são capazes de incorporar as formas não remuneradas de trabalho (6,3 milhões de pessoas em 2005). Se, por um lado, a noção de setor informal constitui uma expressão das formas de trabalho remunerado não agrícola voltadas para a sobrevivência das pessoas que as exercem, e, por outro, a de informalidade corresponde à parcela sem contribuição previdenciária do total das formas de trabalho remunerado, observa-se que ambas desconsideram aquelas formas não voltadas para o mercado de trabalho.

Cabe ainda ressaltar que, enquanto a noção de setor informal expressa a existência de formas de trabalho consideradas como não próprias à organização contemporânea do capitalismo (figura 4), a de informalidade reflete a dimensão de precariedade social das formas de trabalho no contexto atual de desenvolvimento. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

CACCIAMALLI, M. C. Setor informal urbano e formas de participação na produção. São Paulo, Instituto de Pesquisas Econômicas/USP, 1983.

PREALC-OIT. Sector Informal, funcionamiento y políticas. Santiago, Prealc, 1977.

SOUZA, P. R. Emprego e salários em economias atrasadas. Campinas, Instituto de Economia/Unicamp, 1999.

Ambulantes e Passado...

A figura do camelô é conhecida há muito tempo. O compositor brasileiro Billy Blanco, na canção gravada pela cantora brasileira Dolores Duran (1930-1959), já homenageava esse "dono da calçada". No entanto, se a presença de vendedores nas ruas não é um acontecimento recente, é igualmente antiga a tentativa do poder público de lidar com a situação, como mostra a autora, comparando as condições de ambulantes do passado e de hoje na cidade de Belo Horizonte.

Rosa Maria da Exaltação Coutrim
Departamento de Educação, Universidade Federal de Ouro Preto

FOTO MARC FERREZ/COLEÇÃO GILBERTO FERREZ/ACERVO INSTITUTO MOREIRA SALLES

Figura 1. Vendedores de vassouras do século 19 e da atualidade (à direita)

camelôs e presente

FOTO CÍCERO RODRIGUES

Quem nunca comprou pipocas ou engraxou os sapatos na rua? Quem nunca desviou de uma barraca de camelô na calçada? Hoje, os ambulantes, camelôs e catadores de material reciclável estão por toda parte nas grandes cidades. É nas ruas que esses profissionais tecem amizades, fazem dos 'trombadinhas' colegas para não se tornarem suas vítimas; testemunham violências, acidentes e incidentes; acompanham as transformações por que passa o trânsito e muito mais.

O termo 'trabalho informal' pode ser aplicado a muitas atividades que são exercidas fora da legislação trabalhista. Aqui, tratamos o trabalho informal realizado nas ruas. Em grande parte resultado do desemprego e da exclusão social atual, os ambulantes e camelôs são símbolos do caos da metrópole. Não se trata, porém, de um fenômeno novo (figura 1). Os fotógrafos lambe-lambe, os engraxates, os pipoqueiros e vendedores de pralinês (aqueles doces feitos com coco ou amendoim caramelado), entre outros, exercem profissões tradicionais que resistem ao tempo. Embora os equipamentos hoje sejam mais modernos (mas não muito), os mais velhos lembram-se dos tempos de infância quando encontram

um deles nas ruas. Por outro lado, os catadores de recicláveis, os vendedores sem licença – denominados *toreros* em Minas Gerais – e os guardadores de carros são exemplos de profissionais dos tempos atuais, cujo número e diversificação aumentam com o crescimento desordenado das cidades.

Neste artigo, focamos o município de Belo Horizonte, traçando uma comparação entre os ambulantes da primeira metade do século 20 e os da atualidade, apontando o que persiste e o que se modificou em relação a esses profissionais (figura 2).

Modernidade e higiene

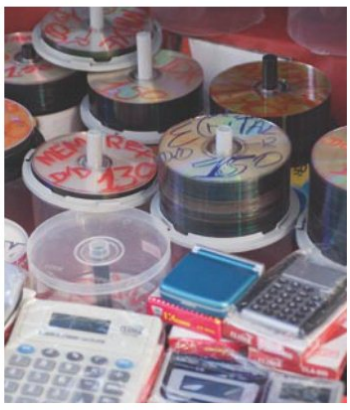
Belo Horizonte foi fundada em 1896 com o objetivo de se tornar a capital do estado de Minas Gerais. A antiga capital, Ouro Preto, era vista por setores da elite como uma cidade ligada ao passado monarquista e, portanto, como um obstáculo ao progresso, à modernidade. A intenção de se criar uma cidade moderna e rica esbarrou, no entanto, na chegada de trabalhadores biscateiros, desempregados, migrantes, prostitutas e malandros. Durante a construção, eles ocuparam o centro da cidade, que era 'reservado' à burguesia e às 'famílias de bem'. Dessa forma, os cronistas da época viam todos os trabalhadores das ruas com preconceito e colocavam nessas pessoas mais pobres a culpa por qualquer desordem que acontecia na cidade.

Desde os primeiros anos após a fundação de Belo Horizonte, o governo municipal buscou formas de arrecadar impostos com o trabalho do ambulante, ao mesmo tempo em que tentava controlar suas atividades. A Lei nº 53, de 30 de setembro de 1911, foi a primeira que se referiu a esse tipo de comércio. Naquela época, conforme determinava a legislação, os vendedores transitavam pelas ruas dos grandes centros e não podiam ficar parados em um local só (por isso eram chamados de ambulantes). Eles tinham permissão de ficar apenas nas esquinas, isto é, em cada quarteirão só podiam ficar quatro ambulantes, e por pouco tempo.

No início dos anos 30, foram criadas leis que demonstram a insatisfação do poder público com o não cumprimento das normas por parte dos ambulantes, que então já pagavam uma licença para trabalhar. Havia uma preocupação com a estética, a limpeza e a higiene, elementos considerados necessários para uma cidade que queria ser uma das mais modernas do país.

A discórdia entre esses trabalhadores e o poder público era evidente. Os jornais do período reproduziam a voz da elite local, que desejava expulsá-los do centro da cidade. Um projeto de lei de 1936 comentava: "A questão dos chamados ambulantes tem sido das mais embaraçosas da cidade, provocando reclamações do comércio, do público, da imprensa e vários procedimentos judiciais." Os ambulantes, por outro lado, alegavam que seus preços eram acessíveis "à bolsa do povo". Havia ainda a acusação – como permanece nos nossos dias – de que os lojistas mantinham esses profissionais vendendo mercadorias nas ruas, pagando poucos impostos. Na verdade, existiam interesses por trás desses conflitos, como a concorrência com os estabelecimentos comerciais.

A tensão entre a polícia, os políticos e os vendedores das ruas ainda existe. O projeto de uma cidade livre de tudo que é considerado 'marginal' aos 'bons



FOTOS CÍCERO RODRIGUES

Figura 2. As bancas de camelôs incluem hoje grande variedade de produtos industriais, em muitos casos falsificados

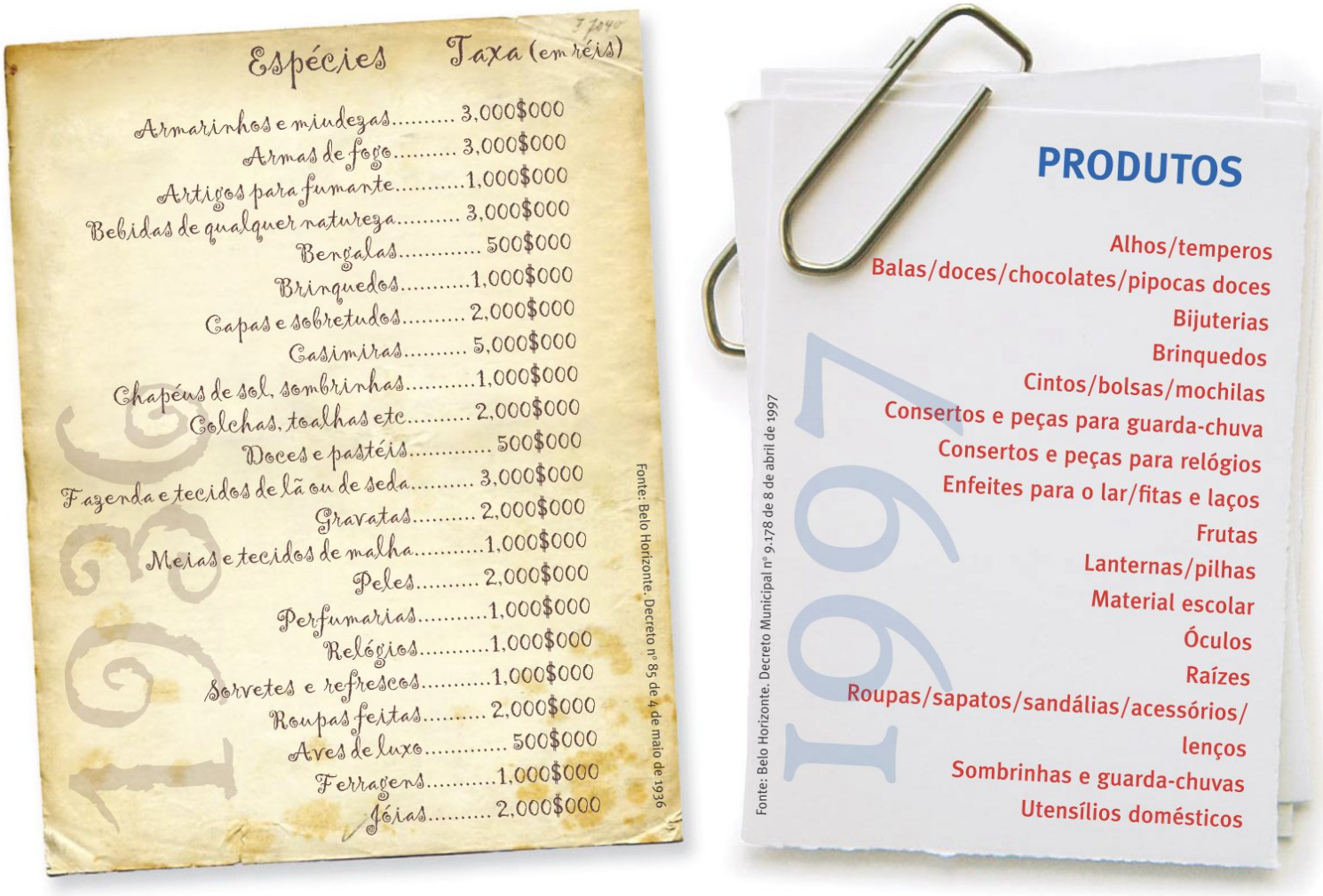


Figura 3. A comparação entre os artigos oferecidos nas ruas em 1936 (com as taxas então pagas à prefeitura de Belo Horizonte) e os produtos vendidos pelos camelôs da nossa época (1997) aponta mudanças significativas – como a venda, no passado, de armas, aves de luxo e jóias e, no presente, de pilhas e material escolar

costumes', prevalente na modernidade dos anos 20 e 30, mantém-se ainda hoje, e pouco se questiona sobre as causas dessa marginalidade. Nos últimos anos, muitos jornais têm trazido notícias sobre o embate entre policiais e trabalhadores informais acusados de atos que atentam contra a moral dos cidadãos. Um exemplo é a matéria publicada no jornal carioca *Tribuna da Imprensa* em 31 de outubro de 2005: "Incomodada pelo grande número de reclamações sobre o aumento de casos de assaltos, além de tráfico de drogas e comercialização de mercadorias contrabandeadas nas proximidades de sua nova sede – no prédio da antiga Central do Brasil, a Gare D. Pedro II, no Centro do Rio – a Secretaria de Segurança Pública solicitou ao Departamento de Controle Urbano que removesse 400 barracas de camelôs instaladas no Terminal Rodoviário Procópio Ferreira, ao lado da Avenida Presidente Vargas, no final da noite de sábado."

Se antigamente acusava-se o ambulante de sujar a rua, abrigar em seu meio malandros e prostitutas e de concorrer com o comércio local, hoje a acusação passa por um crime muito mais grave: o consumo e o tráfico de drogas. A alegação dessa prática justifica a ação policial repressiva, apoiada pela população e pelo governo, contra todos os vendedores informais, indistintamente, que insistem em ocupar um espaço 'que não é o deles'. Dessa forma, prefeitura e polícia não cogitam acabar com os traficantes, mas com 'todos' os camelôs instalados no local.

Jóias e armas

Seguindo a comparação entre passado e presente, observamos (figura 3) que ocorreram mudanças nos produtos vendidos por esses trabalhadores. Na década de 1930, era possível comprar nas carrocinhas – como eram então chamados os carrinhos dos ambulantes – mercadorias como jóias ou armas de fogo, o que hoje seria inimaginável.

Muitos outros produtos, entretanto, vendidos naquele tempo, ainda podem ser encontrados nas ruas de Belo Horizonte e outras metrópoles. A diferença é que a venda desses artigos não é mais feita exclusivamente por ambulantes, mas principalmente por camelôs.

Observando as listas de produtos, percebemos que são reveladoras da transformação social e cultural por que tem passado a cidade, mas, ao mesmo tempo, demonstram que muito do tradicional permanece. É o caso da venda de utensílios domésticos, raízes, lenços etc. Outros artigos sumiram das ruas definitivamente, como as armas de fogo, aves de luxo, jóias e peles. E há, ainda, mercadorias que refletem o mundo moderno, como as pilhas, lanternas e brinquedos importados, principalmente do Paraguai.

Com o passar do tempo muita coisa mudou no comércio informal, mas continuou evidente o conflito entre o crescente mercado ambulante e o poder público que desejava, e ainda deseja, na impossibilidade de acabar com esse comércio, mantê-lo em um espaço delimitado. Os grandes centros como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba criaram espaços reservados para os camelôs, em uma tentativa de retirá-los das ruas. São os famosos camelódromos (figura 4).

FOTO CÉSERO RODRIGUES

Figura 4. Nos grandes centros urbanos brasileiros, foram criados espaços reservados para os camelôs: os famosos camelódromos (na imagem, o existente na cidade do Rio de Janeiro)

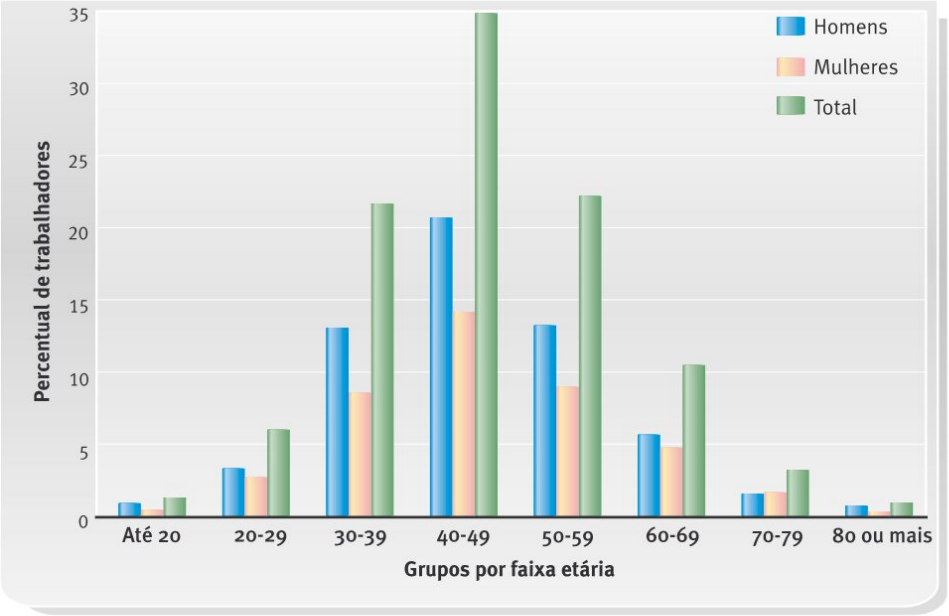


Figura 5. O gráfico apresenta a situação de camelôs, ambulantes e catadores de material reciclável de Belo Horizonte, segundo sexo e idade, em 2002 e 2003

Fonte: Pesquisa de campo com base nos registros das Gerências Regionais de Licenciamento Urbanístico e Ambiental de Belo Horizonte e Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reciclável (Asmare)

Hoje, com o aumento do desemprego, cresce o número de ambulantes e camelôs, que se mantêm nas ruas porque encontram consumidores para seus produtos. A cada dia, mais e mais trabalhadores, de ambos os sexos e várias idades, montam suas barracas nas calçadas, em uma tentativa de garantir sua renda, trabalhando de oito a 16 horas por dia.

Os vendedores ambulantes, camelôs e demais trabalhadores das ruas são 'cidadãos de segunda classe', pois não contam com o amparo social do trabalho formal, excluídos que são dos benefícios da legislação trabalhista. Contudo, embora representem problemas para os governos dos grandes centros, eles têm seu lugar na cadeia produtiva, ao atuarem no escoamento de produtos diversos ou na coleta de material reciclável. Uma pesquisa feita em Belo Horizonte, em 2002 e 2003, mostra que a maioria dos trabalhadores das ruas são homens relativamente jovens, entre 40 e 49 anos. A maior parte não contribui com o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) e, por isso, não pode receber aposentadoria. As mulheres também têm uma presença significativa (figura 5).

Embates

É possível perceber que o desafio de garantir o direito ao trabalho sem modificar o espaço urbano não é recente. Já no início do século 20, diversas cidades, entre elas Belo Horizonte, adotaram medidas para retirar os trabalhadores das ruas porque suas atividades mostravam o lado pobre das cidades que se pretendiam modernas. No entanto, as ações repressivas não adiantaram e os embates entre o poder público e os trabalhadores informais continuam.

À medida que a população empobrece, que diminuem os postos de trabalho na indústria e as empresas exigem mão-de-obra cada vez mais qualificada, aumenta o número de pessoas excluídas do mercado formal, que se arriscam a burlar a legislação e a vender seus produtos nas ruas e calçadas, não mais exclusivamente das metrópoles, mas também nas cidades menores, em todas as partes do globo. É um problema que dificilmente as prefeituras de cidades que presenciam o empobrecimento da população conseguirão resolver se não for criada uma política efetiva, a médio e longo prazos, de geração de empregos e de renda (como, por exemplo, as cooperativas). Dessa forma, não adianta delimitar espaços e criar novos camelódromos na tentativa de apartar esses trabalhadores das vistas da população em geral, pois eles são fruto da desigualdade social que cresce a cada dia não apenas no Brasil, mas em todo o mundo. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

CACCIAMALI, Maria C. 'Globalização e Processo de Informalidade', in *Revista Economia e Sociedade*, Campinas, nº 14, p.153-174, 2000.

CHINELLI, Filippina; JUNQUEIRA, Célia. 'Emprego e Crescimento no Setor Terciário', in *Revista Contemporaneidade e Educação*, nº 6, p. 49-72, 2º semestre/1999.

Dias, Maria Odila L. S. *Quotidiano e Poder em São Paulo no século XIX*. São Paulo, Brasiliense, 1995.

MONTE-MÓR, Roberto L. Belo Horizonte: capital de Minas, século XIX, in *Varia História*, Belo Horizonte, nº 18, p. 467-486, 1997.

O que comiam

Até há poucas décadas, pouco se sabia sobre o que nossos antepassados comiam. Apenas ossos de animais, conchas de moluscos e poucos outros materiais resistentes encontrados junto a restos humanos antigos indicavam – em parte – a dieta dos povos pré-históricos. A diversidade da alimentação dessas populações, porém, vem sendo revelada por novas técnicas, que envolvem o estudo de pequenas partículas (restos de tecidos, pólen, pequenas sementes, escamas e outros) presas a potes de cerâmica e a dentes humanos, ou recuperadas de fezes petrificadas (coprólitos) ou nos intestinos de múmias e de corpos enterrados no passado distante. Pesquisas nessa área já estão sendo feitas no Brasil.

Hilton P. Silva
Laboratório de Estudos Bioantropológicos em Saúde e Meio Ambiente, Departamento de Antropologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Karl Reinhard
Instituto de Ciências Forenses de Nebraska e Escola de Recursos Naturais, Universidade de Nebraska (Estados Unidos)

os humanos pré-históricos?

O que comemos é um aspecto tão importante de nossas vidas que talvez esteja na raiz do que nos fez adotar, há milhões de anos, uma postura bípede e um conjunto de comportamentos culturais tão diversos daqueles observados nos outros primatas. Somos, de fato, o que comemos. Os seres humanos são onívoros, ou seja, podem comer uma ampla variedade de plantas e animais e seus derivados, e por causa disso desenvolveram uma culinária extremamente diversificada e complexa.

ILUSTRAÇÃO CESAR LOBO

As populações humanas do passado coletavam, plantavam, caçavam, criavam e comiam grande variedade de animais e plantas, muitos dos quais já nem existem mais. Entretanto, as populações pré-históricas não deixaram registros escritos sobre o que gostavam ou encontravam para comer, ou se eram desnutridas ou obesas. Então, como os pesquisadores descobrem o que se comia há milhares ou milhões de anos?

Um dos ramos mais interessantes e recentes da paleoantropologia, a ciência que estuda a evolução humana, é a paleonutrição. Em conjunto com os outros ramos, ela investiga, através de métodos arqueológicos, antropológicos, biológicos, físicos e químicos, em que consistiam as dietas do passado remoto e como era a situação nutricional dos grupos humanos pré-históricos.

'Fósseis' de alimentos

Embora a curiosidade sobre o que comíamos no passado seja antiga, apenas na segunda metade do século 20 as pesquisas sobre paleonutrição começaram a ganhar relevância. Atualmente, ao achar – em sepultamentos de dois, três, quatro mil anos atrás ou mais – alimentos como milho, trigo e centeio, além de muitos outros vegetais selvagens ou domesticados, de uso alimentar ou medicinal (figura 1), os arqueólogos e botânicos podem identificar as espécies que eram coletadas ou cultivadas, em que período do ano eram consumidas, onde e em que abundância existiam e até como eram preparadas para consumo (cruas, cozidas, torradas, fermentadas etc.).

Através de comparações com os dados históricos de populações nativas da região estudada, os antropólogos podem, usando as informações dos arqueólogos e botânicos, comparar as dietas dos grupos mais recentes com seus possíveis ancestrais e ver até quando formas pré-históricas de alimentação sobreviveram entre grupos atuais. Já os bioantropólogos investigam o estado nutricional dos grupos do passado estudando seus dentes e ossos, para verificar se eram portadores de cáries e doenças como raquitismo, anemia e tuberculose, e verificando a composição química de seu esqueleto em busca de micronutrientes (como ferro, estrôncio e cálcio). Esses elementos fornecem indícios sobre as quantidades de proteínas, calorias e minerais da dieta, sobre a origem destas (animais ou vegetais) e sobre os padrões de saúde e crescimento físico dessas populações.

Além disso, dados bioquímicos de restos microscópicos de alimentos encontrados em vasilhas e até nos dentes de nossos antepassados também têm ajudado a identificar o que eles comiam. Pólen de diferentes plantas, grãos de amido e outros microfósseis, por exemplo, podem ser encontrados em copos e panelas de cerâmica milhares de anos após estes terem sido enterrados. O amido é particularmente importante, porque partes das

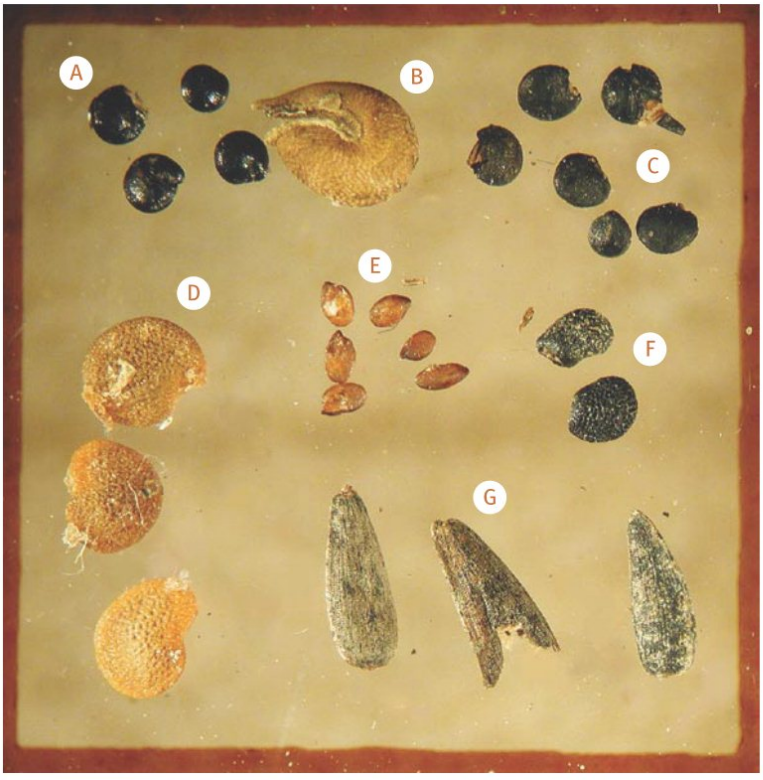


Figura 1. A diversidade da dieta dos povos antigos do sudoeste dos Estados Unidos, no final do verão e início do outono, é revelada pelas sementes de plantas de vários gêneros – *Amaranthus* (amaranto) (A), *Cleome* (com vagens comestíveis) (B), de *Chenopodium* (quenopódio) (C), *Echinocereus* (cacto com frutos comestíveis) (D), *Sporobolus* (gramínea) (E), *Physalis* (aparentada do tomate) (F) e *Helianthus* (girassol) (G) – encontradas em estudos bioantropológicos. Coletivamente, essas plantas são fonte de açúcares simples, carboidratos, óleos, fibras, vitaminas e minerais

FOTOS DE K. REINHARD

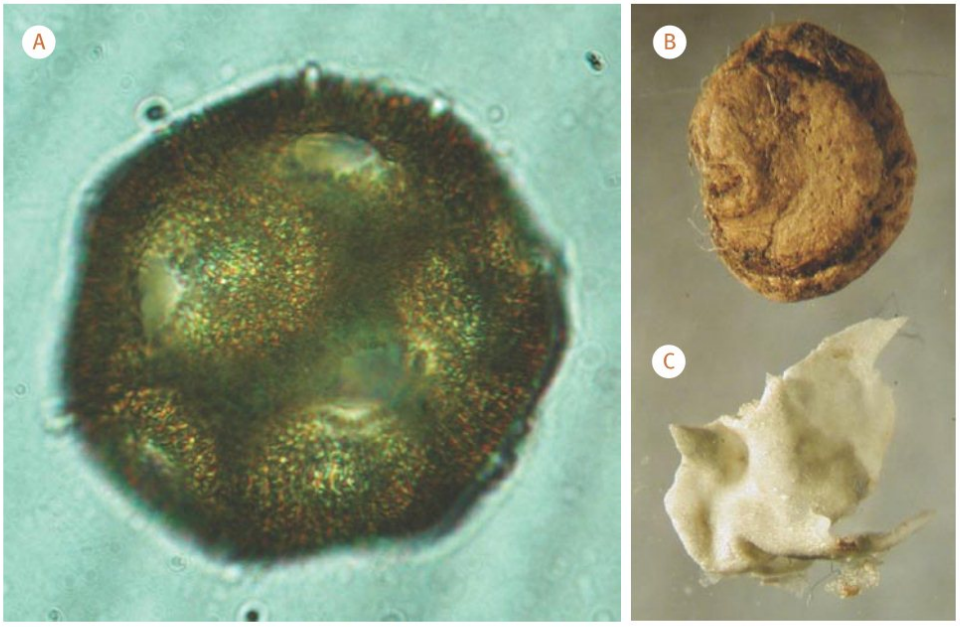


Figura 2. Resíduos de cacto do gênero *Opuntia* encontrados em fezes petrificadas de indivíduos de povos antigos do sudoeste dos Estados Unidos: o pólen (A) é consumido com as flores e botões, no início da primavera; os frutos – com sementes (B) – são comidos no outono, e o tecido interno (C) pode ser comido durante todo o ano, mas provavelmente é mais importante no final do inverno, quando outros tipos de alimentos não estão disponíveis

plantas ricas nessa substância, como as sementes, são armazenadas com freqüência em recipientes de barro, onde ficam preservadas. O pólen também é valioso porque algumas culturas antigas usavam flores como alimento e condimento, e em geral os grãos de pólen são muito duros e de difícil degradação.

Para recuperar os restos microscópicos de alimento, os cientistas desenvolveram uma técnica especial, denominada lavagem de artefato (*artifact wash*). Um dos autores (Reinhard) tem aplicado amplamente essa técnica em materiais (artefatos) encontrados no sudoeste dos Estados Unidos. Um achado interessante, com o uso dessa técnica, é o de pólen de uma planta chamada taboa (gênero *Typha*). Populações ancestrais de algumas áreas aparentemente usavam essa planta como uma importante fonte alimentar. Em muitos sítios da cultura Anasazi, povo que viveu entre os séculos 5 e 13 no sudoeste dos Estados Unidos, tem sido encontrado o pólen de outra planta, espinho-de-sogra (gênero *Cleome*), cujas flores constituíam importante condimento na pré-história. Farinhas feitas de erva-de-santa-maria (gênero *Chenopodium*) e de um tipo de milho (gênero *Zea*) eram comumente guardadas em vasos por algumas culturas norte-americanas. As sementes dessas plantas têm pólen preso a elas e este se preserva nas paredes dos vasos, mesmo após a farinha ter sido utilizada ou decomposta pelo tempo. Achando apenas um pequeno caco desses vasos, pode-se conhecer qual foi seu conteúdo há milhares de anos, quando era um utensílio de uso cotidiano.

Outra forma de investigar o que as pessoas comiam no passado distante é através do exame de seus dejetos, chamados de coprólitos (literalmente 'fezes petrificadas'). Os achados de coprólitos, nas Américas, são mais freqüentes em algumas regiões do Peru, do Chile e do México, no oeste dos Estados Unidos (figura 2) e no nordeste brasileiro, em função do clima dessas regiões. São encontrados em geral em cavernas e áreas abertas, em regiões áridas, e podem ser recuperados dos intestinos de múmias naturais, em sepultamentos e sítios de moradia pré-históricos. A coleta, durante o trabalho de campo, é feita com métodos padronizados, que registram sua associação com locais, culturas e períodos específicos, e com todo o cuidado, incluindo o uso de luvas, para evitar sua contaminação com DNA moderno. Os médicos e paleoparasitologistas Adauto Araújo e Luiz Fernando Ferreira, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), foram os iniciadores desse tipo de estudo no Brasil.

No laboratório, os coprólitos são reidratados e os macrofósseis são separados dos microfósseis. Os primeiros incluem fibras, sementes (figura 3), cascas, fragmentos de frutas, ossículos de animais e peixes, escamas de peixes e lagartos e outros materiais não totalmente digeridos. Já os microfósseis

Figura 3. Flor de planta atual do gênero *Cleome* e semente e grãos de pólen antigos de espécies do mesmo gênero, recuperados de diferentes coprólitos

incluem grãos de pólen (figura 4), fitólitos, cabelos e pêlos de animais, alguns tecidos vegetais e ovos e larvas de parasitas. Além de investigar visualmente todos esses materiais, testes químicos são realizados para identificar DNA antigo, proteínas de parasitas e proteína animal nas amostras. Os coprólitos trazem informações essenciais para entendermos a dieta de populações do passado, pois são uma prova irrefutável de que determinada planta ou pedaço de animal passou pelo trato digestivo do indivíduo.

Pesquisas no Brasil

No Brasil, muitas análises têm sido realizadas em sambaquis, como são chamados os depósitos de conchas feitos por antigas populações humanas (ver 'Os vegetais na vida dos sambaquieiros', em *CH* nº 165; 'Sambaqui: baú de preciosas informações', em *CH* nº 214, e a página http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/1561, na *CH on-line*). Ainda há debates acalorados sobre a dieta dos povos que construíram os sambaquis. Estudos zooarqueológicos e de isótopos estáveis mostraram que o peixe era a base da dieta. Apesar disso, estudos recentes das biólogas Rita Scheel-Ybert (do Museu Nacional) e Sabine Eggers (da Universidade de São Paulo), e da antropóloga Verônica Wesolowski (da Fiocruz), mostram que plantas também tinham um papel importante na dieta. Scheel-Ybert descobriu a presença de restos de tubérculos em diversos sítios, o que, em conjunto com a elevada prevalência de cáries, desgaste dentário e alguns artefatos de pedra específicos, não deixam dúvidas de que as plantas eram uma parte substancial da dieta dos sambaquieiros, que talvez até cultivassem ou cuidassem de algumas delas, visando ao consumo.

Nesses sítios, análises esqueletais e investigações microscópicas em dentes de indivíduos enterrados há milhares de anos, realizadas pelas pesquisadoras citadas e pela arqueóloga e paleopatologista Claudia Rodrigues-Carvalho (do Museu Nacional), pela médica e paleopatologista Sheila Mendonça de Souza (da Fiocruz) e pela bióloga Celia Boyadjian (da Universidade de São Paulo), têm revelado grande quantidade de grãos de amido e fitólitos. Grãos de amido são estruturas que armazenam carboidratos, e fitólitos são cristais de sílica ou cálcio que se formam dentro das células vegetais. Esses resíduos, que mais tarde formam os microfósseis, são liberados na boca durante a mastigação e ficam presos nos cálculos dentários – minúsculas concreções que se acumulam entre os dentes quando não são escovados, como na pré-história.

Para recuperar grãos de amido e outros materiais presos nos cálculos, estes são dissolvidos quimicamente e analisados ao microscópio. Até o momento, muitas evidências do uso de plantas, inclusive mandioca (gênero *Manihot*) e mesmo milho, têm sido recuperadas de cálculos dentários de sambaquis, deixando claro que os primeiros habitantes do litoral brasileiro consumiam esses recursos.

Análises de coprólitos com datas entre 8,5 mil e 7 mil anos, provenientes da área denominada Boqueirão da Pedra Furada, no Piauí, realizadas pelo palinólogo Sérgio Chaves, da Fiocruz, também revelaram evidências do uso de plantas medicinais. A identificação de grãos de pólen nos coprólitos demonstrou a presença de 12 gêneros de plantas potencialmente medicinais.

Figura 4. O pólen de abóbora (*Cucurbita pepo*) é às vezes encontrado em coprólitos, o que indica que suas flores costumavam ser consumidas

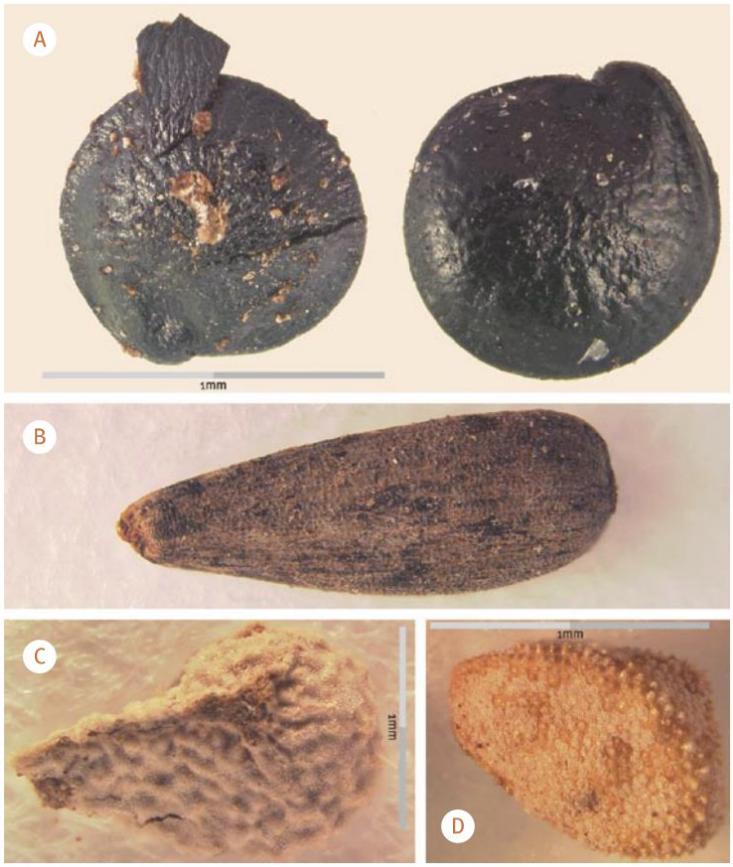


Figura 5. Sementes recuperadas de sedimentos localizados na cavidade pélvica, em uma ossada encontrada em um sepultamento, no primeiro estudo desse tipo, em 1992 (de Reinhard e outros): amaranto e quenopódio (A), girassol (B), um tipo desconhecido de semente (C) e prováveis sementes imaturas de cactos (D)

O angico (gênero *Anacardium*), a cabeça-de-velho (gênero *Borreria*) e o maçarico (gênero *Terminalia*) eram definitivamente usados como remédio, provavelmente para tratar sintomas de parasitas intestinais.

Em Minas Gerais, o arqueólogo Renato Kipnis, da Universidade de São Paulo, tem estudado a subsistência de populações do início do período Holoceno (cerca de 10 mil anos atrás) nos sítios de Santana do Riacho, Lapa do Boquete e Lapa dos Bichos. Os enterramentos de Santana do Riacho mostram que os dentes de indivíduos jovens estavam muito desgastados, o que é típico de caçadores-coletores, que comem muitas plantas duras. No entanto, a freqüência de cáries no grupo é bastante alta (11% nos adultos), o que sugere a presença de muito carboidrato na dieta. A diversidade das plantas encontradas nos três sítios – incluindo araticum (*Anona crassifólia*), palmeira iraíba (*Cocos oleracea*), cagaita (*Eugenia dysenteria*), jatobá (gênero *Hymenaea*), chichá (gênero *Sterculia*), erva-de-passarinho (gênero *Struthanthus*) e licuri (*Syagrus coronata*), boas fontes de carboidratos – possivelmente contribuiu para as cáries dos habitantes pré-históricos do local. Kipnis também estudou os restos de animais nos sítios e identificou grande variedade de animais caçados, desde gambás e coelhos até veados e porcos-do-mato. Para completar o quadro, recentemente a análise do trato intestinal de uma múmia natural do sítio Lapa do Boquete, feito por pesquisadores da Fiocruz, revelou uma dieta bastante variada, que incluía mandioca (gênero *Manihot*), feijões (gênero *Phaseolus*), frutas de uma espécie da família Myrtaceae, peixe e, ainda, fragmentos de carvão (possivelmente ingeridos acidentalmente), esporos de fungos e outros grãos ainda não identificados.

Dieta diversificada

Assim, depois de muito trabalho, comparando-se os dados obtidos através de todos os métodos descritos acima, é possível ter hoje um quadro bastante completo sobre o que nossos ancestrais comiam desde que começamos a caminhar sobre a Terra. Sabe-se hoje que, no passado distante, os seres humanos tinham uma dieta notavelmente diversificada, resultante de seu contínuo processo de adaptação aos mais variados tipos de ecossistemas onde viviam (figura 5).

Em geral, as dietas pré-históricas eram compostas de uma enorme variedade de vegetais, incluindo suas sementes, folhas, flores e frutos, e de uma ampla gama de animais, desde os de grande porte, como bisões, cavalos e mamutes, até os menores, como coelhos, ratos, lagartos, pássaros, peixes e insetos de várias espécies, além das larvas desses últimos. Essa dieta tornou-se menos diversificada à medida que a humanidade adotou a agricultura e a domesticação de animais, e passou a concentrar seus esforços na produção, em maior quantidade, de poucos tipos de alimentos, em vez de caçar e coletar uma variedade maior de recursos naturais. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

GONÇALVES, M. L. C.; ARAUJO, A. & FERREIRA, L. F. 'Paleoparasitology in Brazil', in *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 7(1), p. 191, 2002.

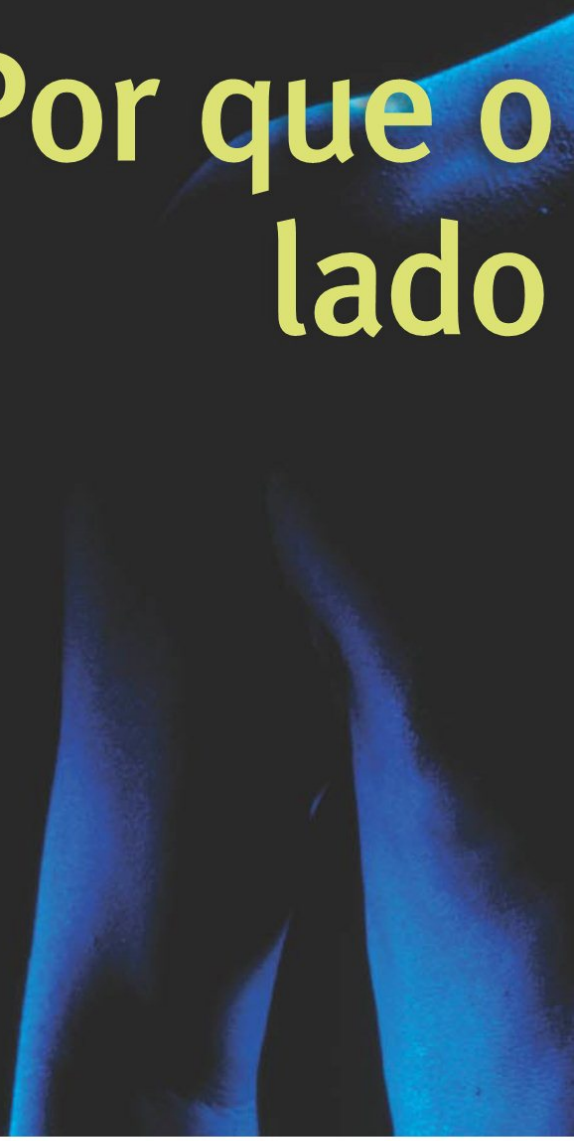
NEVES, W. & WESOLOWSKI V. 'Economy, nutrition and disease in Southern, Coastal Brazil', in R. H. Steckel & J. C. Rose (eds.), *The backbone of history: health and nutrition in the Western Hemisphere*, Nova York, Cambridge University Press, 2002.

REINHARD, K. J. 'A coprological view of ancestral pueblo cannibalism', in *American Scientist*, v. 94 (3), p. 254, 2006.

SCHEEL-YBERT R.; EGGERS, S.; WESOLOWSKI, V.; PETRONILHO, C. C.; BOYADJIAN, C. H.; DE BLASIS, P. A. D.; BARBOSA-GUIMARÃES, M. & GASPAR, M. D. 'Novas perspectivas na reconstituição do modo de vida dos sambaquieiros: uma abordagem multidisciplinar', in *Revista de Arqueologia*, 16, p. 109, 2003.

Por que o lado

Se o corpo humano for dividido ao longo de uma linha média, serão obtidas duas partes simétricas, cada uma com um olho, um ouvido e um braço, por exemplo. Essa simetria bilateral externa, no entanto, não se aplica a alguns órgãos internos, entre eles o coração. Esse órgão normalmente está situado no lado esquerdo do peito, mas em um pequeno percentual das gestações ele pode se formar do lado direito, ou podem ocorrer outras anomalias de posicionamento, algumas incompatíveis com a vida. Tais alterações dependem de mecanismos desencadeados nas primeiras fases do desenvolvimento do embrião humano, antes da formação dos órgãos, e associados à ausência de certas moléculas no local correto ou à sua expressão em outros locais. O estudo dessas anomalias ajuda a esclarecer os mecanismos que levam à assimetria cardíaca normal, ou seja, ao posicionamento correto do coração.



Silvia Dantas Cangussú
Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, e Laboratório de Neuroimunopatologia Experimental, Departamento de Patologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais
Gregory Thomas Kitten
Laboratório de Matriz Extracelular e Desenvolvimento, Departamento de Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais

Um aspecto fundamental do estudo do corpo de um animal é a sua forma ou geometria. A descrição mais simples da forma corporal é a simetria, ou seja, o arranjo das estruturas corporais em relação a algum eixo que divide o animal. A maioria dos animais apresenta simetria bilateral, ou seja, seu corpo pode ser dividido em duas partes iguais em relação a uma linha média. Uma análise mais detalhada do corpo dos vertebrados revelará uma simetria bilateral para muitas estruturas (olhos, ouvidos e membros, por exemplo). Essa simetria externa, porém, não é acompanhada pelos órgãos internos, que, em sua maioria, se localizam de maneira assimétrica em relação aos lados direito e esquerdo do corpo.

Observando a anatomia interna da maioria dos vertebrados, nota-se a presença de apenas um coração, um estômago e um baço, situados à esquerda, mas existem também órgãos pares como, por exemplo, os pulmões. Entretanto, mesmo os pulmões

coração fica do esquerdo do peito?

STOCK PHOTOS

apresentam assimetria – o pulmão direito é um pouco maior e apresenta três lobos, enquanto o esquerdo tem apenas dois. Essa assimetria normal dos órgãos internos é chamada tecnicamente de *situs solitus*.

Anomalias no posicionamento dos órgãos

O *situs solitus* é a regra geral (figura 1), mas existem raros indivíduos – um para 20 mil na espécie humana – que nascem com todos esses órgãos em posição invertida, como na imagem de um desenho em um espelho. Essa condição, conhecida como *situs inversus totalis*, geralmente não causa problemas de saúde. Em humanos, *situs inversus totalis* ocorre algumas vezes na chamada síndrome dos cílios imóveis.

Nos portadores dessa síndrome, os cílios existentes em células da mucosa das vias respiratórias, dos ouvidos e da faringe são imóveis ou têm motilidade reduzida. Isso acarreta freqüentes infecções respiratórias e sinusite crônica, já que o movimento rítmico dos cílios é responsável pela remoção do muco e das impurezas nele contidas (poeira, fuligem e microrganismos, por exemplo). A falta de movimento dos cílios, combinada com a inversão dos órgãos internos e com doenças do sistema respiratório, é chamada de síndrome de Kartagener, por ter sido descrita (em 1933) pelo pneumologista suíço Manes Kartagener (1897-1975).

Os cílios perdem motilidade porque a proteína motora dineína, essencial para o seu movimento regular, não está ativada ou não cumpre sua função

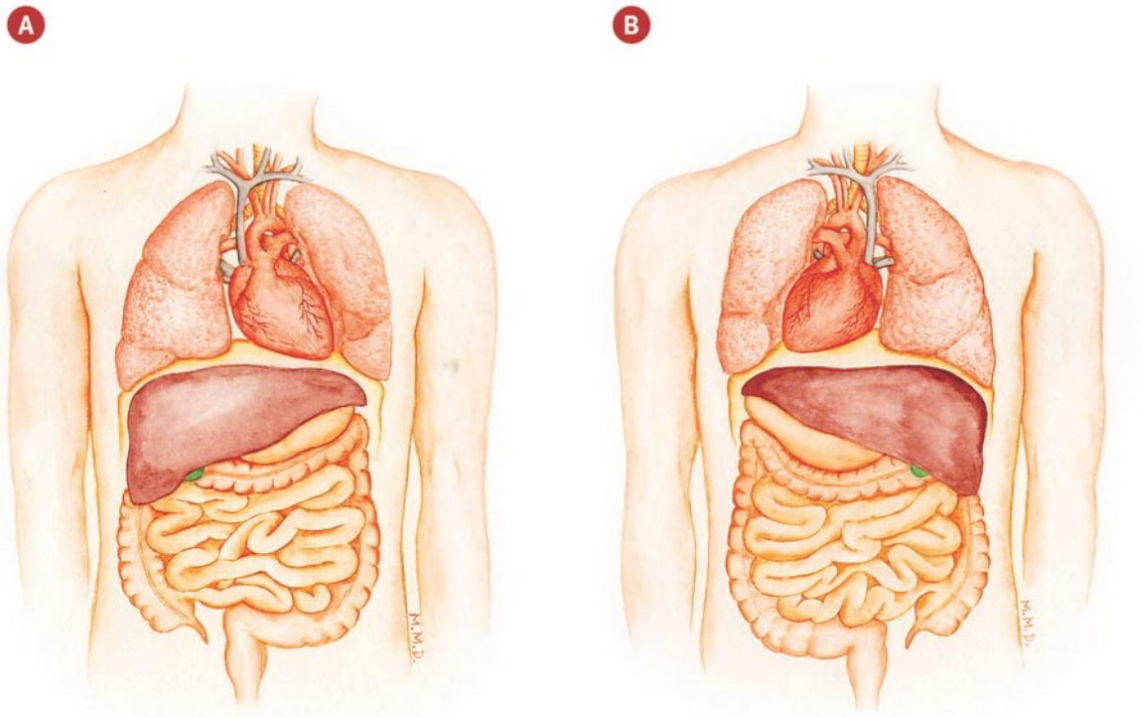


Figura 1. Em A, indivíduo com assimetria normal dos órgãos internos, com o coração do lado esquerdo do peito (condição denominada *situs solitus*). Em B, indivíduo com *situs inversus totalis*, apresentando a inversão de lado de todos os órgãos internos – em geral, essa anormalidade não causa problemas de saúde

ILUSTRAÇÕES CEDIDAS PELOS AUTORES

adequadamente. A dineína também é responsável pelo movimento da 'cauda' dos espermatozóides, e por isso os indivíduos que têm a síndrome são inférteis. O gene que codifica essa proteína (ou seja, que contém as informações para a sua síntese) é conhecido como Lrd (sigla de *left-right dynein*, ou 'dineína esquerda-direita').

Estudos com camundongos comprovaram que esse gene está envolvido na determinação da assimetria lateral dos órgãos. Embriões de camundongos de uma linhagem conhecida como *iv*/*iv* (caracterizada por mutações no gene Lrd) apresentam inversão aleatória do eixo direito-esquerdo – a posição dos órgãos não é especificada durante o desenvolvimento embrionário e estes podem se formar de qualquer lado, gerando uma anomalia conhecida como heterotaxia. Tais evidências sugerem que o citoesqueleto – a rede de microscópicos tubos e filamentos entrelaçados e interligados que sustenta a estrutura interna de uma célula – está envolvido no desenvolvimento do eixo direito-esquerdo. A síndrome dos cílios imóveis, portanto, pode servir como modelo molecular para explicar as anormalidades de lateralidade.

Outra anomalia conhecida é o isomerismo: nesse caso, alguns órgãos internos que deveriam ter estrutura assimétrica, como o coração e os pulmões, desenvolvem-se com os dois lados (ou lobos, no caso dos pulmões) iguais, o que traz complicações para o seu funcionamento. Alguns indivíduos podem ainda nascer com uma condição denominada *situs ambiguus*, na qual um ou mais órgãos internos têm sua posição invertida, enquanto os demais se formam na posição normal. Essas pessoas geralmente morrem ainda muito jovens, por causa de complicações pulmonares ou cardíacas associadas a essa anomalia.

A complexa formação do coração

Entre os órgãos internos, o coração é o primeiro a se formar e funcionar no embrião, e todos os eventos subseqüentes na vida do organismo dependem de sua função. O desenvolvimento cardíaco apresenta alta complexidade, o que faz com que esse órgão seja particularmente 'sensível' aos erros do padrão de localização esquerdo-direito, que podem se manifestar por malformações muitas vezes fatais.

O coração se origina a partir de dois aglomerados de células, um em cada lado do embrião, denominados 'primórdios cardíacos laterais'. Essas células passam por um processo complexo de transforma-

ção estrutural e migram para a linha mediana do embrião, onde os dois aglomerados se fundem aos poucos e começam a formar o 'tubo cardíaco', que de início é simétrico. Esse tubo alonga-se e depois começa a se dobrar (movimento denominado *looping*), formando a 'alça cardíaca' – o *looping* é, portanto, o primeiro sinal morfológico de assimetria esquerda-direita do coração (figura 2).

O mecanismo molecular que controla a assimetria lateral dos órgãos ainda é um mistério, mas sabe-se que, em vertebrados, o controle dessa assimetria é genético. Já é conhecido também que, entre as moléculas envolvidas, dois fatores de transcrição, denominados Hand 1 (eHand) e Hand 2 (dHand), têm papel essencial no estabelecimento dessa assimetria. Fatores de transcrição são proteínas que regulam a síntese de fitas de RNA (ácido ribonucléico) a partir de trechos do DNA (ácido desoxirribonucléico, molécula que contém as informações genéticas) – ou seja, regulam a expressão de genes (no caso, dos genes *Hand 1* e *Hand 2*).

Experiências com camundongos revelaram que não ocorre a formação da alça cardíaca na ausência do fator Hand 1, nem a do ventrículo direito na falta de Hand 2. Os RNAs mensageiros (mRNAs) regulados por Hand 1 e Hand 2 são expressos, em camundongo, galinha e sapo, nos dois lados da parte ventral do tubo cardíaco recém-formado, mas pouco antes da formação da alça cardíaca o mRNA associado a Hand 1 fica restrito ao lado esquerdo do tubo cardíaco e o mRNA associado a Hand 2 é encontrado apenas no lado direito. Ainda não são conhecidos os elementos que regulam a transcrição dos genes *Hand*, mas há indícios de que pode estar envolvida a proteína BMP4 (pertencente à classe dos chamados fatores de crescimento).

Outro gene envolvido na assimetria esquerda-direita do coração é *Pitx2*. Esse gene é do tipo homeobox, ou seja, ele faz parte de um conjunto (o homeodomínio) responsável pela indução da síntese de proteínas que atuam como fatores de transcrição de genes envolvidos em proliferação e diferenciação celular. Experimentos mostraram que é expresso na porção esquerda do tubo cardíaco de galinhas e camundongos e que pode ser utilizado como marcador para seguir o destino da parte esquerda do coração durante o seu desenvolvimento. Em embriões de camundongos *iv/iv* (com mutações no gene da dineína esquerda-direita), *Pitx2* pode ser expresso em ambos os lados do corpo ou não ser expresso em nenhum deles (isomerismo molecular). Essa alteração está associada à ocorrência de doenças cardíacas congênitas.

Pitx2, porém, não é o único gene envolvido nessa assimetria. Embora existam diferenças entre as espécies, estudos revelam que, no embrião de galinha (organismo modelo para estudos de biologia do desenvolvimento), outras proteínas são expressas de maneira assimétrica, como as denominadas 'sonic hedgehog', 'nodal' e 'lefty' (só no lado esquerdo), além da activina βB e do fator de crescimento de fibroblastos 8 (só no lado direito). É importante ressaltar que a expressão assimétrica de *Pitx2* é governada pela proteína 'nodal', codificada pelo gene *nodal*. Durante o desenvolvimento do embrião, portanto, nota-se a expressão de uma seqüência de genes, orientando programas específicos para cada um dos lados. Esse fato salienta a importância da linha mediana, seja como barreira ou como centro de sinalização. Embora a expressão dessa cascata de genes seja diferente de um tipo de animal para ▸

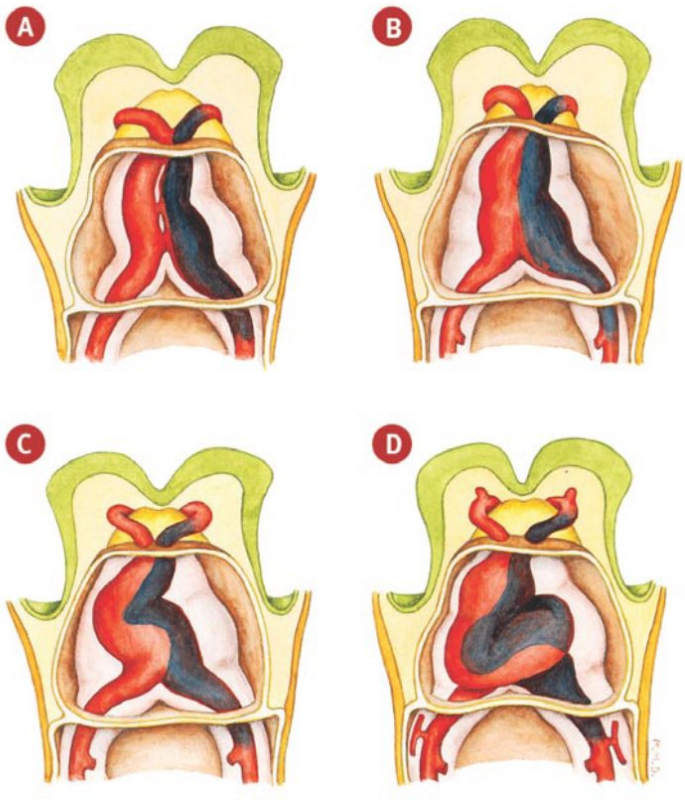


Figura 2. No embrião dos vertebrados, o desenvolvimento do coração começa com o surgimento dos primórdios cardíacos laterais (A) (direito em vermelho e esquerdo em azul). Estes se fundem gradativamente até formar apenas uma estrutura, o tubo cardíaco (B), que em seguida se alonga e se curva sobre si mesmo (C), gerando a chamada alça cardíaca (D). Esse encurvamento, conhecido como *looping*, representa o primeiro sinal morfológico da assimetria esquerda-direita do coração – as áreas em azul (na porção esquerda do tubo cardíaco) indicam onde ocorre a expressão do gene *Pitx2*

outro, ela é sempre assimétrica e o rompimento desses sinais de assimetria esquerda-direita resulta em defeitos de lateralidade na formação dos órgãos.

O ácido retinóico, um derivado da vitamina A capaz de provocar malformações (tem efeito teratogênico), está potencialmente envolvido em muitos processos no desenvolvimento embrionário. O nódulo de Hensen – uma aglomeração de células em um ponto da linha média do embrião de galinha – é rico em ácido retinóico, mas este só é expresso ali temporariamente. Esse nódulo contribui para a formação dos folhetos embrionários, as primeiras camadas de células modificadas que surgem no embrião, após os estágios iniciais. Várias evidências sugerem seu papel na assimetria cardíaca, mas ainda não está claro se o ácido retinóico atua somente na formação do coração ou se é importante no estabelecimento da assimetria global.

Estudos podem levar a tratamentos

O estudo das anomalias no padrão esquerdo-direito pode ajudar a elucidar os mecanismos que levam à assimetria cardíaca normal (ver 'Pesquisas com embriões'). A presença de anormalidades de posição dos órgãos em gêmeos xifópagos (unidos) de sapos (gênero *Xenopus*) e de peixes-zebra (*Danio rerio*) foi interpretada como evidência de que o padrão esquerdo-direito existe no embrião antes da especificação do eixo de simetria bilateral (linha mediana dorsal). Assim, em xifópagos nos quais o lado esquerdo de um embrião está ligado ao lado direito do outro, a expressão normal de determinado gene no lado direito do gêmeo situado à esquerda pode induzir a expressão desse mesmo gene fora da posição normal no outro gêmeo. Nesse caso, será alterada toda a cascata de genes no gêmeo situado à direita, que apresentará defeitos de lateralidade, ou seja, anomalias na posição dos órgãos (figura 3).

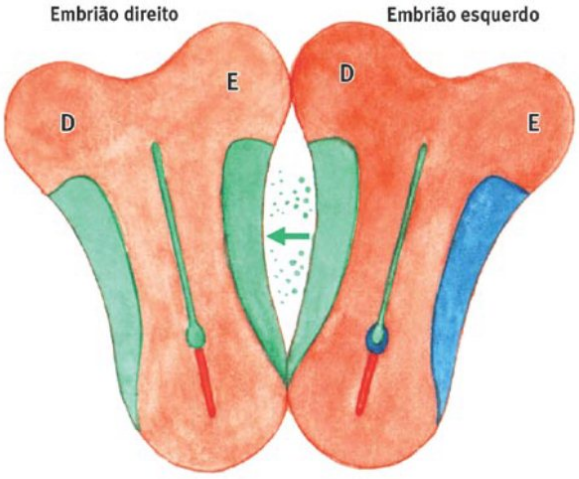


Figura 3. Em gêmeos xipófagos unidos lateralmente (como mostra o desenho esquemático), a expressão normal de determinado gene no lado direito (D) do embrião situado à esquerda pode induzir (seta) sua expressão fora da localização normal no lado esquerdo (E) do embrião situado à direita

Os componentes moleculares que estabelecem a assimetria esquerda-direita foram identificados a partir de experimentos com embriões de camundongo, galinha, sapo e peixe. A posição do nódulo de Hensen na linha mediana do corpo sugere que essa estrutura controla a expressão gênica assimétrica (diferente nos lados esquerdo e direito) por toda a placa lateral mesodérmica (grupo de células embrionárias a partir do qual se forma a maior parte das vísceras), tanto em galinhas quanto em anfíbios e camundongos.

Os mecanismos que levam à assimetria esquerda-direita surgem já nas fases iniciais do desenvolvimento do embrião, antes do período de formação dos órgãos, quando várias moléculas são expressas apenas em um dos lados. Quando essas moléculas estão ausentes ou são expressas em outro local podem ocorrer defeitos de lateralidade. Somente quando forem esclarecidos todos os mecanismos moleculares envolvidos nos processos de torção do tubo cardíaco, de formação diferenciada das partes do coração (átrios e ventrículos) e de posicionamento do órgão no peito será possível encontrar maneiras de tratar ou evitar o surgimento das várias doenças cardíacas humanas associadas a anomalias da lateralidade. ■

PESQUISAS COM EMBRIÕES

O estudo da matriz extracelular no desenvolvimento embrionário de vertebrados (inclusive na formação do coração) é um dos temas das pesquisas dos autores e de suas equipes, nos laboratórios aos quais estão vinculados. A primeira autora (Silvia D. Cangussú) também investiga a neurobiologia e imunopatologia da leishmaniose, doença infecciosa causada por protozoários do gênero *Leishmania* e transmitida por mosquitos.

SUGESTÕES PARA LEITURA

CAMPIONE, M. e outros. 'Pitx2 expression defines a left cardiac lineage of cells: evidence for atrial and ventricular molecular isomerism in the *iv/iv* mice', in *Developmental Biology*, v. 231, p. 252, 2001.

KATHRIYA, I. S. & SRIVASTAVA, D. 'Left-right asymmetry and cardiac looping: implications for cardiac development and congenital heart disease', in *American Journal of Medical Genetics*, v. 97, p. 271, 2000.

MERCOLA, M. 'Embryological basis for cardiac left-right asymmetry', in *Seminars in Cell & Developmental Biology*, v. 10(1), p. 109, 1999.

OLSON, E. N. 'A decade of discoveries in cardiac biology', in *Nature Medicine*, v. 10, p. 467, 2004.

MEDICINA Vacina contra pneumococo pode reduzir mortes por pneumonia na América Latina

Bactéria letal na mira

Uma criança com menos de cinco anos morre a cada 35 minutos na América Latina vítima da pneumonia causada pela bactéria *Streptococcus pneumoniae*, o pneumococo. Isso equivale a 18 mil indivíduos por ano. No mundo, são 1 milhão de mortes, sendo que 90% delas ocorrem em países em desenvolvimento. Esse microrganismo, que também causa meningite, infecção do ouvido (otite) e infecção generalizada (septicemia), impõe gastos da ordem de US$ 293 milhões aos países latino-americanos, com mais US$ 40 milhões recaindo sobre as famílias. Esse cenário tenebroso pode, no entanto, ser alterado com o uso da vacina pneumocócica, empregada desde 2000 nos Estados Unidos e que diminuiu significativamente os casos da doença. Essas foram as conclusões de um estudo coordenado pelo Instituto de Vacinas Albert B. Sabin, em Washington D.C. (Estados Unidos), e divulgado no 2º Simpósio Regional sobre Pneumococcia, realizado em São Paulo (SP) entre 13 e 15 de dezembro último.

O trabalho, conduzido ao longo do 2006, teve como objetivo determinar o panorama da doença pneumocócica na América Latina e calcular o quanto ela custa para os governos e a população e, conseqüentemente, qual o benefício de se introduzir a imunização. O estudo contou ainda com a participação da Organização Pan-americana de Saúde (Opas), do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos e do Plano de Desenvolvimento e Introdução Acelerada de Vacinas Pneumocócicas (PneumoAdip) da Aliança Global para Vacinas e Imunização (Gavi). Ele consistiu em uma revisão da literatura científica, tanto em revistas quanto em congressos, como também em entrevistas com cientistas e profissionais de saúde. A partir desses dados, foram realizadas modelagens de vários cenários.

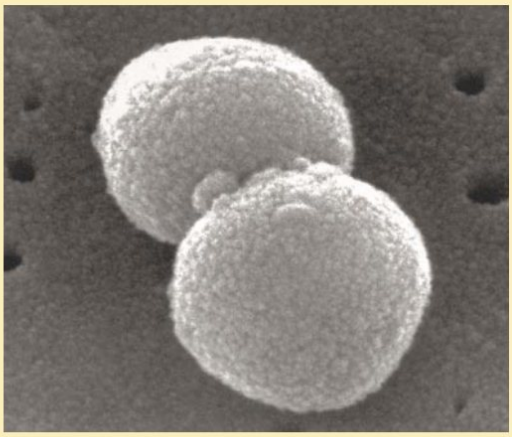
"Esta é a primeira vez que se revisa a situação latino-americana", afirma o médico brasileiro Ciro de Quadros, diretor do Instituto Sabin. Para ele, o estudo e o simpósio são de extrema relevância e servirão para aumentar a vigilância epidemiológica em relação à pneumococcia e para estimular a realização de levantamentos individuais em cada país. "O trabalho permite também a negociação entre os governos e os fabricantes de vacinas para facilitar o acesso a elas", acrescenta Quadros.

Diminuindo a iniqüidade

Produzida por um laboratório norte-americano, a vacina contra o pneumococo cobre sete variedades (sorotipos) da bactéria, responsáveis por aproximadamente 64% dos casos de doença pneumocócica na América Latina. Ela poderia salvar 9.478 crianças a cada ano e prevenir 678 mil casos de otite; 176 mil casos de pneumonia; 2,1 mil casos de septicemia e 660 casos de meningite. Outra vantagem é poder ser aplicada em crianças de até um ano de vida, nas quais o risco de infecção é muito maior.

Atualmente, uma dose custa US$ 53 e são necessárias três doses para a completa imunização. Mas Quadros acredita que, com as negociações geradas pelo estudo, o preço possa se tornar mais competitivo para os países em desenvolvimento. "O uso da vacina tem um efeito cascata, pois, ao se imunizar as crianças, protege-se também os adultos, que costumam contrair a doença dos menores", explica o médico. A partir de 2008, novas vacinas devem aparecer no mercado, inclusive uma já em desenvolvimento que combate 13 sorotipos.

Quadros explica que o estudo é uma maneira de diminuir a iniqüidade causada pelas novas tecnologias. "Novas vacinas são mais caras e não se tornam disponíveis de imediato. Mas é preciso que isso seja feito de forma sustentável, ou seja, como resultado da aliança entre vários setores e com suporte da legislação local", afirma. Ele destaca que o risco de morte por pneumococo nos países latino-americanos atualmente é igual ao da América do Norte há 30 anos. O diretor do instituto adiantou que um estudo similar deve ser feito na Ásia. "Na América Latina, faremos agora um trabalho similar, mas com o papilomavírus", acrescenta.



CDC/JANICE CARR

O pneumococo (*Streptococcus pneumoniae*) é responsável pela morte de 18 mil crianças com menos de cinco anos na América Latina

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

ARQUITETURA Construção de laboratórios seguros contribui para otimização das pesquisas

Biossegurança e sustentabilidade

Pesquisar determinados organismos pode ser muito perigoso, tanto para os profissionais da área de saúde quanto para o meio ambiente. Por isso, de acordo com a natureza dos agentes que serão manipulados em suas dependências, alguns laboratórios precisam ter um nível de segurança mais elevado. A construção desse tipo de ambiente, chamado de laboratório de segurança biológica, não depende apenas dos equipamentos, mas também da adequação do local à manipulação de microrganismos patogênicos (capazes de provocar doenças). As medidas para impedir que qualquer material contaminado seja liberado durante a pesquisa começam no projeto arquitetônico, fundamental para que as instalações físicas sejam convenientes.

Existem quatro classes de segurança de laboratórios conforme as substâncias ou organismos estudados. "Esses lugares são projetados de acordo com o que será manipulado dentro deles", explica o arquiteto Oswaldo Magalhães Filho, autor do projeto do Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Saúde (CDTS), que começou a ser construído no fim de 2006 na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). O CDTS abrigará vários laboratórios, alguns de classe 3 Ag (3+ ou NB3+), um dos mais altos níveis de segurança biológica. "Esse nível é necessário em pesquisas que envolvem organismos altamente patogênicos e prejudiciais ao meio ambiente, como o vírus da febre aftosa, entre outros", explica Magalhães. O prédio será erguido no *campus* de Manguinhos, na Fiocruz (RJ), e as obras devem terminar em 2008.

O médico Carlos Morel, coordenador do CDTS, afirmou que os laboratórios classe 3+ serão utilizados principalmente para pesquisas envolvendo a bactéria que provoca a tuberculose. "A legislação atual exige que a pesquisa com tuberculose seja feita em laboratórios NB3+. Só não poderemos trabalhar com organismos como o vírus Ébola, porque ele exige nível de segurança 4", conta Morel.

Os laboratórios classe 1 representam pouco risco de contaminação, como os de análises clínicas, onde são feitos exames rotineiros de urina, fezes ou sangue, embora exijam procedimentos especiais na manipulação das amostras. Nos de classe 2, a amostra é muito importante e precisa ser protegida para que a análise não seja comprometida, por exemplo, com um falso resultado. Já os laboratórios de classe 3 e 4, segundo Magalhães, são projetados para que haja vedação das paredes, pisos, tetos, portas, juntas e passagens de tubulações, minimizando a probabilidade de um microrganismo escapar para o ambiente externo. Além disso, os laboratórios têm sistemas exclusivos de descontaminação de ar e de água. "O sistema de cada laboratório é separado, para evitar a contaminação cruzada", diz o arquiteto. No CDTS, a água será tratada com a elevação da temperatura a 115ºC e o controle do pH (grau de acidez), procedimento que elimina quaisquer organismos patogênicos. Após essa descontaminação

A água, o ar e outros efluentes do Laboratório de Referência Animal Pedro Leopoldo, em Belo Horizonte (MG), passam por tratamento térmico e por filtros, em tanques especiais, antes da liberação para o meio externo

DIVULGAÇÃO

DIVULGAÇÃO

preliminar, o efluente segue para uma estação de tratamento normal. Já o ar será tratado com filtros especiais que retiram até 99,99% das partículas virais.

A localização dos laboratórios é outro aspecto previsto no projeto arquitetônico. Segundo o arquiteto, o posicionamento dos laboratórios de alta segurança dentro do prédio foi projetado a fim de limitar o acesso apenas aos técnicos e pesquisadores. "É uma forma de evitar a circulação de pessoas não autorizadas nas proximidades, minimizando eventuais acidentes biológicos", ressalta. Para o CDTS foi criado um sistema de segurança com a utilização de cartões de radiofreqüência (RFI) para identificação do usuário. "Criamos um sistema que consegue 'enxergar' quem está passando em cada lugar a cada hora", completa Magalhães.

Na área interna, o projeto arquitetônico dispõe o posicionamento das bancadas e equipamentos em relação à movimentação dos pesquisadores. "Posicionamos os equipamentos na bancada de acordo com sua função em relação aos demais. Isso proporciona objetividade na movimentação interna e reduz o risco de acidentes", diz.

No Brasil, ainda não existem laboratórios classe 4. No entanto, a infra-estrutura destes assemelha-se aos de classe 3+. A única diferença é que, naqueles, há entradas para tubos de oxigênio no teto, a fim de evitar que os operadores respirem o ar dentro do laboratório devido à natureza altamente infecciosa dos organismos manipulados. "Em ambos, há tratamento do ar e da água, bem como descontaminação do operador na entrada e na saída do laboratório", explica Magalhães, que projetou o primeiro laboratório 3Ag (NB3+) do Brasil, no Laboratório de Referência Animal (LARA) Pedro Leopoldo, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Área de circulação entre laboratórios 3Ag, de máxima contenção biológica. O Laboratório Pedro Leopoldo foi projetado pelo arquiteto Oswaldo Magalhães, também autor do projeto do Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Saúde, a ser construído na Fiocruz

Laboratório sustentável

Segundo Magalhães, o projeto arquitetônico do CDTS incorpora padrões de sustentabilidade. Ele procurou adaptar o prédio ao ambiente em que será construído, aproveitando o regime de ventos e as condições topográficas do terreno para ter a maior economia de energia possível. "A idéia é harmonizar, tanto quanto possível, a edificação ao ambiente construído, com o máximo de aproveitamento do microclima local, minimizando assim o consumo dos recursos naturais", afirma. No prédio do CDTS, haverá um sistema de captura da água da chuva, que será usada na jardinagem e nos vasos sanitários, no sistema de refrigeração, de lavagem e de equipamentos, resultando em grande aproveitamento.

"Do ponto de vista do gasto energético, projetamos a construção de forma a aproveitar a luz do Sol. Porém, ao mesmo tempo em que é importante aproveitar a iluminação natural, a forte incidência de radiação torna o ambiente mais quente, o que se traduz em gastos maiores com refrigeração", aponta o arquiteto. Por isso, nas fachadas leste-oeste, onde o Sol incide diretamente com um ângulo mais baixo, as paredes são totalmente fechadas. Ao norte e ao sul, as paredes são formadas por vidraças projetadas para permitir apenas a entrada da luz solar. "Assim, ganhamos iluminação e bom desempenho térmico", explica.

Outra característica do projeto do CDTS é a flexibilidade. O laboratório tem organização modular, para permitir adaptação a diversos tipos de pesquisas com o mínimo de intervenção possível na infra-estrutura. "Esse tipo de laboratório pode oferecer diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar, conforme as necessidades da pesquisa, com uma infra-estrutura básica de água, esgoto, eletricidade e ar-condicionado de fácil adaptação", informa Magalhães. Além disso, a posição dos módulos permite a construção de um laboratório maior com a simples retirada de uma parede.

Segundo Carlos Morel, a Fiocruz vai utilizar os laboratórios modulares para trabalhar em parceria com empresas, visando desenvolver produtos para o mercado. O coordenador do CDTS acrescenta que a flexibilidade contribuirá para otimizar a pesquisa, já que os laboratórios poderão desenvolver diversos estudos simultaneamente.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

PALEODONTOLOGIA Mamíferos herbívoros do Paleoceno tinham esmalte dental resistente

Os dentes contam a história

Animais que viveram há cerca de 60 milhões de anos foram ao dentista pela primeira vez e, dessa 'visita', resultou a descoberta de que dentes mais resistentes aparecem na história evolutiva antes do esperado. A partir de uma colaboração entre pesquisadores de áreas aparentemente distantes – a ortodontia e a paleontologia –, a pesquisa revelou que os mamíferos herbívoros do Paleoceno, época em que esses animais se diversificaram, apresentavam esmalte dental com bandas verticais, o que lhes proporcionava maior proteção contra a abrasão provocada pela mastigação.

Sérgio Peres Line, dentista autor da pesquisa e professor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), estudou os dentes encontrados em São José de Itaboraí (RJ), através de um método em que um feixe de luz incide lateralmente na estrutura, permitindo analisar a orientação dos cristais do esmalte dental sem quebrá-lo. "O método comumente usado quebra o dente para a confecção de lâminas contendo pequenas fatias do material", explica o pesquisador.

Três das 13 espécies estudadas apresentaram as bandas do esmalte dental dispostas verticalmente. Esse esmalte é composto por minerais como a hidroxiapatita, que se organiza em estruturas semelhantes a bastões. Lílian Paglarelli Bergqvist, geocientista da Universidade Federal do Rio de Janeiro e parceira do projeto, conta que as espécies que tinham o esmalte dental com bandas verticais eram animais maiores e herbívoros, que apresentavam mastigação transversal (com a mandíbula se movimentando tanto para os lados como para frente e para trás). "Analisamos também um animal grande, porém onívoro, e os dentes dele tinham bandas horizontais, características de animais com mastigação vertical, ou seja, com a mandíbula se deslocando apenas para cima e para baixo", conta Bergqvist.

Os pesquisadores acreditam que as bandas verticais ajudaram esses mamíferos herbívoros a prevenir o desgaste do dente provocado pela mastigação de estruturas rígidas presentes nas plantas, como a sílica. "Além disso, esses eram animais com tempo de vida mais longo e que, portanto, precisariam de seus dentes por mais tempo", completa Line.

O padrão de bandas de esmalte dental verticais não é comum atualmente, sendo encontrado apenas nos rinocerontes (herbívoros de grande porte ameaçados de extinção), e acreditava-se que este era um padrão derivado, ou seja, que aparecia apenas na história evolutiva mais recente. No entanto, a pesquisa aponta para outra direção, já que foram encontrados animais do Paleoceno com essas características.

Durante o trabalho com os fósseis, Line percebeu que as marcas do esmalte eram parecidas com impressões digitais e, a partir daí, desenvolveu o que chamou de impressão dental (ver 'Esmalte dentário para identificação humana' em *CH* nº 231). A técnica é aplicada a seres humanos e permite conhecer a identidade de uma pessoa através das marcas das bandas do esmalte dental. "Cada pessoa tem um padrão diferente para essas marcas", explica o pesquisador, que já patenteou o novo método.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

FOTO LÍLIAN P. BERGQUIST

Reconstrução do *Carodnia*, um dos mamíferos herbívoros do Paleoceno encontrados em Itaboraí, que ajudou a entender a evolução das formas de esmalte dental

MEDICINA

MENOR CAPACIDADE PULMONAR DE PREMATUROS COMPROVADA

Uma equipe de médicos brasileiros comprovou recentemente que bebês prematuros realmente apresentam uma redução da função pulmonar ao nascerem. Embora se soubesse que os bebês prematuros são extremamente suscetíveis a doenças pulmonares, até então ainda não havia sido comprovada a existência de uma relação direta entre o nascimento prematuro e as complicações pulmonares que normalmente afetam esses bebês em seu primeiro ano de vida.

Para chegar a essa conclusão, a equipe do Laboratório de Pediatria da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) acompanhou o nascimento de 62 bebês prematuros que não apresentavam qualquer tipo de complicação respiratória ao nascerem. Esse grupo foi comparado a um grupo controle formado por 27 bebês nascidos no tempo normal. Os resultados indicaram que os prematuros apresentavam uma redução da função pulmonar pelo simples fato de nascerem antes do tempo, independentemente de exposição a condições agressivas ao pulmão logo após o nascimento – hipótese mais aceita anteriormente.

Paulo Márcio Condessa Pitrez, pediatra participante do projeto, conta que os integrantes da equipe acreditavam na existência da relação entre prematuridade e limitação da capacidade pulmonar já ao nascimento e que por isso, contrariando estudos de outros grupos, resolveram manter a linha de investigação. Os resultados mostraram que estavam certos e Pitrez acredita que o diferencial, nesse caso, foi a utilização de um aparelho capaz de medir a função pulmonar de recém-nascidos – o Laboratório de Pediatria possui o único exemplar existente no país. O pesquisador conta, ainda, que as crianças estudadas nessa etapa do trabalho terão seu desenvolvimento monitorado, com o objetivo de se descobrir se essa limitação do pulmão é reversível.

BIOLOGIA

DORMIDEIRA ANTICÁRIES

O extrato bruto da *Mimosa pudica* demonstrou eficiência no combate à bactéria *Streptococcus mutans*, principal responsável pelo aparecimento da cárie dentária. A constatação foi de pesquisadores do Laboratório de Ciências Químicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf), que agora estão isolando e identificando os princípios ativos do extrato para verificar quais inibem a ação da bactéria. A partir disso, será possível adicionar o extrato bruto ou as substâncias puras a um creme dental ou anti-séptico bucal a fim de prevenir o aparecimento de cáries.

"Essa doença é multifatorial e está relacionada com a alimentação e a higienização da boca. No entanto, a bactéria dá início à destruição do esmalte dos dentes e, a partir daí, as outras bactérias podem agir", explica a dentista Moema Mocaiber Peralva dos Santos, autora de uma tese de doutorado sobre a ação do extrato. "A *Streptococcus mutans* existe normalmente na microflora bucal. A intenção é apenas diminuir a concentração da bactéria, pois ela é importante para o equilíbrio do organismo", esclarece.

A partir de agora é preciso encontrar o princípio ativo (que pode ser uma ou mais substâncias) para realizar testes clínicos e verificar se a utilização do composto pode causar problemas à saúde humana. "Tudo indica que não aparecerão problemas, pois essa planta não é tóxica", diz. A pesquisadora ressalta, contudo, que algumas plantas têm alta toxicidade. No caso da dormideira, por exemplo, existem três tipos: uma delas tem ação bactericida e as demais são altamente tóxicas. "Por isso os testes são muito importantes", afirma.

Como a dormideira é uma matéria-prima de baixíssimo custo, pois nasce em qualquer lugar, sem exigência de cuidados com produção, a sua utilização no combate à cárie poderá ter grande impacto na saúde pública. O orientador da pesquisadora, o químico Ivo José Curcino Vieira, conta que se baseou na medicina popular (etnofarmarcologia) para começar a pesquisa e que o grupo pretende iniciar estudos com outras espécies de plantas usadas pela população.

FOTO IVO CURCINO

OCEANOGRAFIA MODERNIZADA • **Construir um moderno navio de pesquisa oceanográfica é o objetivo da parceria recentemente firmada entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e entidades do setor privado. A construção da embarcação científica, que contará ainda com apoio de profissionais da Marinha, deve estimular o conhecimento sobre os mares brasileiros, além de contribuir para o desenvolvimento de tecnologias nacionais na área naval.**

TECNOLOGIA Produtos causam um sexto dos casos de intoxicação aguda no país

Agrotóxico tem alta letalidade

A manipulação de agrotóxicos provocou 17,1% dos casos de intoxicação no país, segundo uma pesquisa feita pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox), da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Essa porcentagem só não é maior que a de medicamentos e a de animais peçonhentos, responsáveis respectivamente por 28,2% e 23,1% dos casos de intoxicação. Com base nos dados registrados por 36 Centros de Informação e Assistência Toxicológica, localizados em 19 estados e no Distrito Federal, e que prestam serviço de informação sobre substâncias tóxicas, os pesquisadores do Sinitox analisaram a participação dos agrotóxicos em casos de intoxicação.

Embora tenha avaliado todos os dados referentes ao período de 1999 a 2003, a estatística Rosany Bochner ressalta que a pesquisa reflete uma visão parcial do problema, pois o número de casos registrados no Brasil pelo Sinitox não representa o total daqueles que de fato ocorreram no país. Além do número de Centros de Informação ser insuficiente para cobrir a extensão territorial do país, a notificação dos casos é espontânea, sendo realizada pela própria vítima ou seus familiares com o objetivo de obter informação sobre como proceder e onde buscar atendimento. "É importante salientar que existem agrotóxicos de quatro tipos e que eles são usados de maneiras distintas por diferentes grupos", diz Bochner. O primeiro é o de uso agrícola; o segundo é o de uso doméstico (os inseticidas em geral); o terceiro grupo inclui produtos veterinários e o quarto, venenos para ratos. "Agrotóxicos não são apenas produtos aplicados nas plantações, podem também ser aplicados em plantas domésticas", esclarece.

O Sinitox oferece informações sobre as vítimas de intoxicação, o tipo de substância tóxica envolvida no envenenamento e a região em que o caso ocorreu. A letalidade desses produtos é bastante alta. O agrotóxico de uso agrícola provoca a morte da vítima em 2,8% dos casos, o de uso doméstico em 0,44%, o produto veterinário em 0,9% e os raticidas em 1,49%. "A motivação dessa análise foi mostrar que tais substâncias representam um perigo para a sociedade e que é necessário maior controle sobre o seu uso. Não é difícil manipular os dados para minimizar o problema, basta avaliar a letalidade de todos os tipos de agrotóxicos conjuntamente – o que dá uma

LEONARDO COLOSSO/FOLHA IMAGEM

Trabalhador aplica agrotóxico em lavoura na cidade de Apiaí, em São Paulo

proporção de 1,79%; bem menos preocupante que os 2,8% dos produtos de uso agrícola", diz.

Segundo a pesquisadora, há diferenças entre os perfis de intoxicação de acordo com cada tipo de agrotóxico. Os de uso agrícola são responsáveis por 7,1% dos casos e as intoxicações ocorrem principalmente devido à tentativa de suicídio. As vítimas, em grande parte, são homens, com idade entre 20 e 39 anos, que trabalham na zona rural. Já os agrotóxicos de uso doméstico, que compreendem 3,4% dos casos, atingem mais mulheres e crianças de 1 a 4 anos na zona urbana e os acidentes são as causas mais comuns dessas intoxicações.

Os produtos veterinários são os menos expressivos – 1,2%. A maioria das vítimas é de homens, em acidentes, na zona rural. O veneno de rato é o segundo agrotóxico que mais causa intoxicações, abarcando 5,5% dos casos. As principais vítimas das intoxicações por raticidas são crianças de 1 a 4 anos, por acidente, e jovens entre 15 e 19 anos, por tentativa de suicídio, o que ocorre com mais freqüência no meio urbano. "Isso provavelmente acontece porque o 'chumbinho', agrotóxico de uso agrícola de alta toxicidade, desviado clandestinamente para as cidades para ser vendido como raticida, é um produto barato que se adquire com facilidade, e que infelizmente vem causando muitos casos de intoxicação, que acabam sendo classificados por alguns centros como intoxicação por raticida", explica Bochner. No entanto, existe um problema de compatibilidade de padrões, pois, se em alguns centros o 'chumbinho' é considerado raticida, em outros é classificado como agrotóxico de uso agrícola, levando em consideração sua origem e não o seu uso indevido.

O estudo também estabeleceu as regiões onde cada tipo de agrotóxico provoca mais casos de envenenamento. Na região Sul concentra-se a maior parte das intoxicações por produtos de uso agrícola, enquanto os raticidas são responsáveis pela maior parte das vítimas no Nordeste. "Mas ainda é preciso fazer uma análise mais apurada para descobrirmos a causa desses resultados", observa a pesquisadora. Ela atribui o grande número de intoxicações por raticidas no Nordeste ao extenso consumo de 'chumbinho'.

A pesquisa considerou apenas os casos de intoxicação aguda, quando o indivíduo passa mal e precisa ser medicado. Bochner alerta, no entanto, que é importante mapear os casos de intoxicação crônica, em que as pessoas são expostas a produtos tóxicos durante um longo período, desenvolvendo problemas de saúde provocados por essa exposição. "Muitas vezes não é possível relacionar complicações de saúde às substâncias tóxicas se não houver acompanhamento", observa a pesquisadora. "O ideal seria fazer um trabalho de campo nos lugares onde ocorreram notificações sobre envenenamento agudo para identificarmos as intoxicações crônicas, mas isso é complicado e caro." Para Bochner, a diminuição dos casos de intoxicação também depende muito da educação dos usuários. "O trabalhador não vê o agrotóxico como um produto tóxico. É necessário fazer com que as pessoas entendam os perigos envolvidos na utilização desse material, para que procurem o maior nível de proteção possível", completa.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

GEOFÍSICA ESPACIAL

SENSOR BRASILEIRO REGISTRA CORRENTE DE RAIOS

Um novo equipamento para registrar a corrente elétrica descarregada por raios acaba de ser desenvolvido no Brasil, fruto de uma parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e Furnas Centrais Elétricas. O aparelho, primeiro produzido por pesquisadores brasileiros, vai aprimorar o monitoramento de raios feito pelo Inpe no país. A incidência de raios pode provocar danos às indústrias de comunicação e eletrônica, queima de equipamentos e interrupção na distribuição de energia elétrica. O estudo da corrente elétrica liberada é importante para o desenvolvimento dos pára-raios, proteção mais usada em edificações e torres de transmissão.

O sensor será colocado no topo de torres de energia, locais com alta incidência de queda de raios. Ele consiste em uma haste metálica que fica em contato com uma bobina – responsável por medir a corrente elétrica – e é alimentado por um painel solar. A informação sobre a corrente é armazenada no próprio equipamento. O grande diferencial do novo sensor em relação aos importados é a presença de um sistema de posicionamento global (GPS), capaz de informar o instante da queda do raio com precisão de milionésimos de segundo.

Um protótipo do aparelho foi instalado em agosto do ano passado em uma torre de telecomunicações no pico das Agulhas Negras, no Rio de Janeiro. "O sensor ficará nessa torre até março deste ano, tempo suficiente para conseguirmos detectar pelo menos três raios", afirma o coordenador da pesquisa, o engenheiro eletrônico Osmar Pinto Junior, coordenador do Grupo de Eletricidade Atmosférica do Inpe. Até o fim do primeiro semestre, os pesquisadores pretendem fazer o pedido de patente do invento.

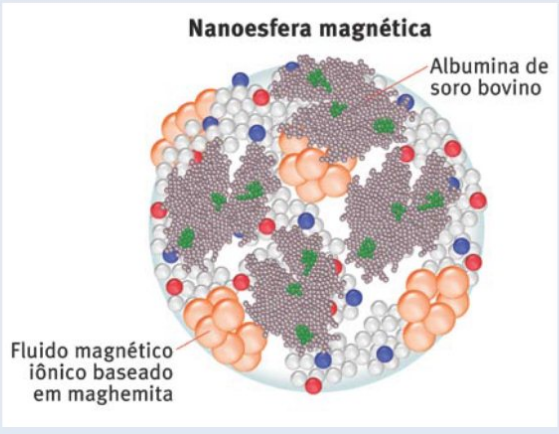
FOTO OSMAR PINTO JUNIOR

TECNOLOGIA Nanopartículas prometem combater o câncer com eficácia maior que 90%

Terapia magnética

Uma nova terapia com base nanotecnológica e eficiência superior a 90% está em desenvolvimento na Universidade de Brasília (UnB) e promete ser uma futura arma contra o câncer. Usando partículas de óxido de ferro, não tóxicas, como a maghemita, com um tamanho máximo de 20 nanômetros – um nanômetro (nm) equivale a um bilionésimo de metro –, os pesquisadores conseguem direcionar drogas anticancerígenas às células tumorais por meio de ímãs e mantê-las lá. A técnica poderá ser usada em alguns tipos de câncer (de pele, bexiga, próstata) cujo acesso é mais fácil. Os testes em animais estão sendo concluídos e a intenção dos pesquisadores é utilizar o sistema de assistência do Hospital Regional da Asa Norte (HRAN), em Brasília (DF), para conduzir o teste de fase 1 em humanos.

Segundo o coordenador da pesquisa, o físico Paulo César de Morais, do Laboratório de Espectroscopia Óptica do Instituto de Física da UnB, a idéia de usar sistemas magnéticos nanoscópicos para transportar drogas surgiu no início desta década, quando o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) criou as primeiras quatro redes de nanociência, em particular a rede de nanobiotecnologia, iniciada em dezembro de 2000. Atualmente, o trabalho continua dentro da Rede Brasileira de Nanobiomagnetismo. "Essa técnica permite manipular externamente a droga ou arrastá-la para o local do tumor", conta Morais.



Ele explica que o tamanho das partículas, além de seu magnetismo, é crucial para o funcionamento do tratamento. Quando são inferiores a 20 nm, elas respondem aos campos magnéticos independentemente da direção na qual eles são aplicados. Quando são maiores, as partículas formam domínios e não interagem de forma eficiente.

O sistema nanomagnético de transporte de droga pode ser baseado em nanoemulsões, magnetolipossomas ou nanocápsulas. No primeiro, tanto a nanopartícula quanto a droga estão contidas dentro de uma vesícula, cuja estrutura é determinada pela afinidade à água. Se estiver em meio aquoso, a parte hidrofóbica (que não se mistura com a água) fica voltada para dentro, enquanto a hidroflica (que se mistura) fica voltada para fora. Em meios não-aquosos, o inverso acontece.

A segunda implementação – que é a utilizada pelos pesquisadores da UnB – emprega lipossomas, que também são vesículas, só que formadas por membranas de fosfolipídeos, similares às que envolvem as células. Assim como na nanoemulsão, a partícula nanomagnética e a droga ficam no interior do compartimento.

A terceira opção, também usada pela equipe, emprega nanocápsulas, formadas por nanopartículas magnéticas imersas em polímeros biocompatíveis e biodegradáveis, que transportam a droga no seu interior. "Essa técnica permite a liofilização do material. Ou seja, podemos secá-lo e estocá-lo para uso no futuro. Isso não é possível com outros sistemas, os quais precisam ser usados assim que são preparados", explica o físico.

Os testes realizados até agora empregaram drogas antitumorais clássicas, mas a idéia é que, no futuro, a equipe multidisciplinar – que conta ainda com médicos do HRAN e pesquisadores da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto (SP), e da Universidade Federal de Goiás (UFG) –, desenvolva novos medicamentos. Morais destaca, como exemplo, a terapia fotodinâmica, na qual a iluminação com luz visível faz com que uma substância fotossensível produza moléculas com grande poder de reação química (radicais livres), que atacam o tumor.

Com o objetivo de manter uma rotina de trabalho e favorecer os testes dos novos produtos, o grupo criou um sistema de assistência no HRAN, onde presta auxílio para terapias contra o câncer com drogas clássicas. "Vamos estabelecer um modelo de atendimento que pode ser ampliado. No momento, trabalhamos com 20 a 30 pacientes, mas esse número pode aumentar para 400. Só depende dos custos operacionais", observa o físico. Ele acrescenta que essa estrutura servirá como base para os futuros testes com nanopartículas magnéticas em humanos. "Acreditamos que a fase 1 será iniciada em meados de 2008", conclui.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

TECNOLOGIA Novo aparelho criado na USP facilita análise da estrutura metálica

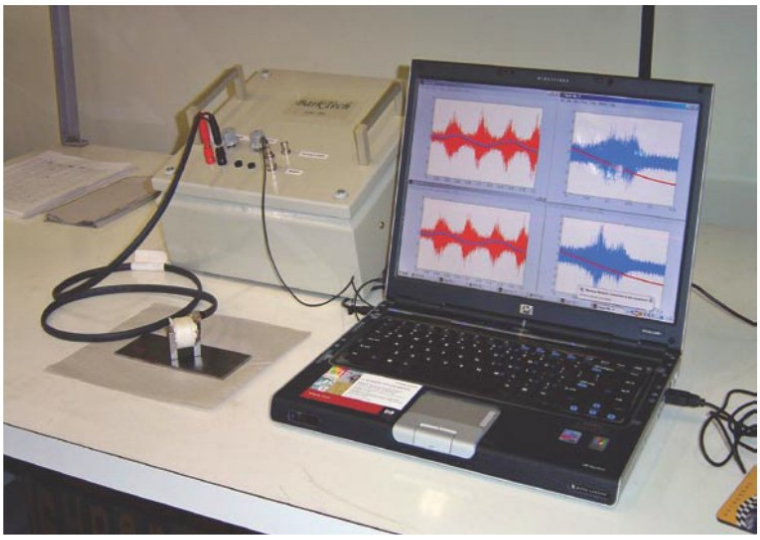
Metais com qualidade

DIVULGAÇÃO/POLI

A verificação do estado de degradação de metais tem grande importância para a produção industrial, pois defeitos microscópicos podem mudar as propriedades do material dos equipamentos metálicos, prejudicando sua eficiência ou mesmo inutilizando seu uso. Com essa finalidade, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveram um aparelho que avalia, de forma mais rápida e barata, a condição da estrutura dos metais.

O BarkTech, como foi chamado o aparelho, é uma alternativa a outros métodos de controle de qualidade que são caros e lentos. "Ele apresenta os mesmos resultados que as outras técnicas. Um exemplo são os testes de qualidade nas chapas de metal para a indústria automotiva", diz o engenheiro mecânico Linilson Padovese, do Departamento de Engenharia Mecânica da USP, responsável pelo projeto. Atualmente o método mais utilizado para verificar o estado de não-homogeneidade do material utilizado – o quanto de imperfeições ele apresenta – é o ensaio por prova de tração. Esse teste verifica a qualidade das chapas de metal utilizadas nas latarias de carros. O problema é que ele inutiliza as chapas e por isso não pode ser feito em todas elas, mas apenas em uma pequena amostragem. "Com o aparelho que desenvolvemos, esse teste pode ser feito rapidamente em todas as peças sem comprometer o uso de nenhuma. Dessa forma, é mais seguro", observa.

Existem, ainda, outros métodos, baseados no uso de raios X e ultra-som, mas essas técnicas apenas identificam os defeitos irreversíveis do material, enquanto com o BarkTech é possível descobrir onde o material está mais degradado a tempo de recuperá-lo. "Em alguns casos, os raios X podem desempenhar esse papel. Porém, o manuseio desses equipamentos baseados em radiação necessita de um esquema de segurança; já o novo aparelho pode ser utilizado sem ressalvas", compara Padovese. Segundo ele, o processo para obter patente ainda está em andamento. Há três indústrias trabalhando em conjunto com a USP na produção do equipamento para utilizá-lo quando estiver pronto.



A partir de um campo magnético alternado, o Barktech (caixa cinza) capta dados sobre a estrutura microscópica do metal

O funcionamento do aparelho é baseado em um fenômeno magnético descoberto pelo físico alemão Henry Barkhausen (1881-1956), chamado ruído de Barkhausen. "O aço, bem como os outros metais, possui vários pequenos ímãs internamente, mas eles não formam um ímã maior porque estão dispostos de maneira aleatória", explica Padovese. No entanto, se a chapa for colocada dentro de uma bobina que apresenta campo magnético alternado, os pequenos imãs tendem a acompanhar essa orientação. Como os campos se alternam, o material emite pulsos magnéticos que podem ser capturados por uma segunda bobina. Depois de capturados, esses pulsos formam um sinal elétrico que é digitalizado.

Com os dados no computador, são utilizados métodos matemáticos de análise a fim de extrair as informações sobre o estado do material. "Comparando-se esse sinal com sinais obtidos através de medidas realizadas em um material de referência, determinamos se houve alterações microestruturais ou deformações plásticas. Se o sinal capturado fosse enviado a um alto-falante, por exemplo, emitiria um ruído. Daí o nome do fenômeno: 'ruído de Barkhausen'", esclarece o pesquisador da USP.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

COMPUTAÇÃO Estudo projeta diferentes cenários para a maior floresta tropical do planeta

A Amazônia em 2020

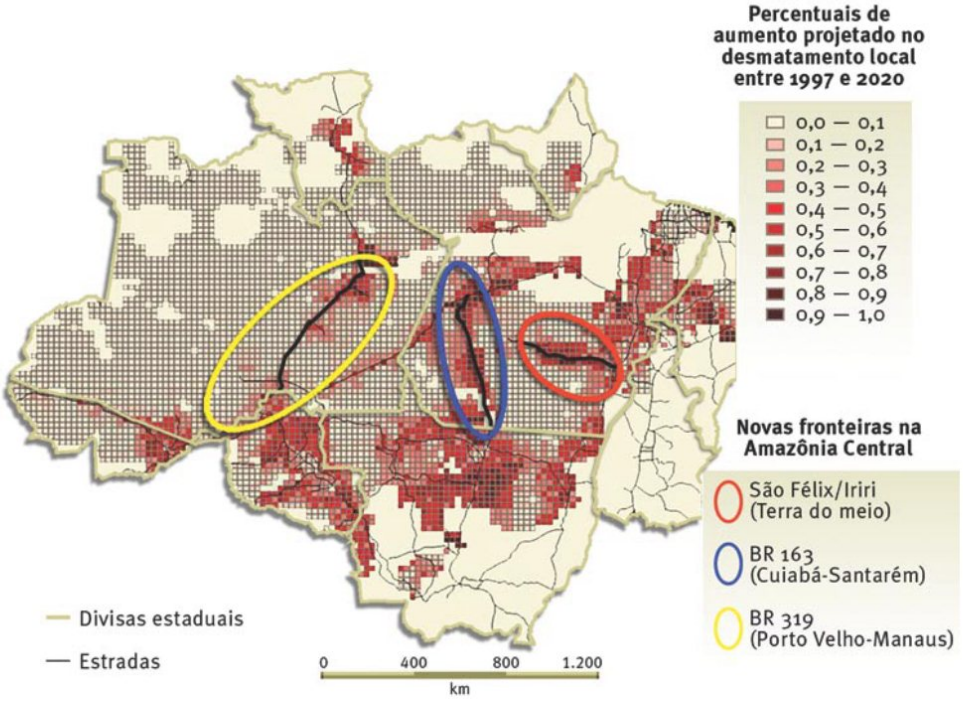
Um dos principais fatores que determinam o padrão de ocupação do território amazônico é sua conexão com mercados de outras regiões, revela uma pesquisa que buscou entender e prever cenários para uma área considerada estratégica para o desenvolvimento do país. O estudo usou modelos computacionais para simular, no ambiente virtual, os caminhos que a ocupação da Amazônia pode tomar na prática.

Na primeira fase da pesquisa, a cientista da computação Ana Paula Dutra de Aguiar, da Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia, conhecida como Projeto Geoma, realizou análises estatísticas de forma a discernir os aspectos que poderiam influenciar no padrão de ocupação e desmatamento da região, como a existência de rodovias, centros urbanos ou unidades de conservação. Em seguida, ela inseriu esses dados em um modelo computacional para determinar os cenários possíveis dessa ocupação diante das diferentes ações que poderiam ser tomadas pelo governo.

A pesquisadora utilizou dados recolhidos até 1997 sobre o desflorestamento pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), combinados com os do censo agropecuário (de 1996) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para obter informações sobre os padrões de ocupação e distribuição das principais atividades agrícolas na região. Os modelos também incorporaram informações referentes à infra-estrutura, estrutura agrária, solos, climas e outros aspectos que potencialmente moldariam a ocupação da região. Aguiar comparou os resultados com a realidade verificada nos levantamentos mais recentes sobre o desflorestamento (até 2005). A comparação evidenciou que o fator-chave para que o mundo virtual correspondesse ao mundo real era a inserção do grau de conectividade entre a região amazônica e os mercados de São Paulo e do Nordeste, em especial para explicar as novas fronteiras de ocupação na Amazônia Central no século 21.

Possíveis cenários

A cientista utilizou o modelo para analisar cenários de desflorestamento na Amazônia até 2020, explorando os possíveis efeitos de diferentes políticas públicas. Na hipótese em que a demanda por terra aumente gradativamente, em decorrência do crescimento do agronegócio, sem que o governo estabeleça medidas de controle eficazes, os modelos mostram que as áreas mais conectadas ao resto do país, como a Amazônia Central, seriam fortemente afetadas, com praticamente todas as áreas não protegidas por unidades de conservação desflorestadas. Se medidas de controle fossem utilizadas, a ocupação aumentaria apenas nas áreas já ocupadas atualmente, sendo mais intensa no estado do Mato Grosso e arredores da Transamazônica (figura).



O crescimento da demanda por terras traria fortes mudanças para a Amazônia, principalmente em sua porção central. No mapa, mais pontos vermelhos indicam maior desmatamento

A análise dos dados aponta para a necessidade de combinar ações de proteção locais com uma visão macro das pressões que a região sofre, em decorrência do agronegócio e da fragilidade da presença do Estado na região. Tais medidas, na opinião da pesquisadora, devem buscar coibir a ocupação descontrolada e atividades ilegais, como a grilagem de terras. Políticas públicas aplicadas localmente reduzem os impactos em determinadas áreas, mas podem apenas acabar por transferir a pressão para outras regiões.

"A criação de uma área protegida não elimina a demanda do mercado por carne e soja, por exemplo. No médio prazo, o processo de ocupação pode ocorrer em outra área, na qual existam condições similares, e menos controle do Estado", explica Aguiar. "É essencial que haja um controle rígido por parte do governo, demarcando onde os empreendimentos podem se instalar e fiscalizando não só essas iniciativas, como também a retirada ilegal de madeira e de outros recursos da floresta e a grilagem de terras públicas", enfatiza.

Os resultados do trabalho foram repassados a representantes do Ministério do Meio Ambiente de forma a subsidiar a tomada de decisões na região, alcançando assim um dos principais objetivos do projeto Geoma – uma colaboração entre seis centros de pesquisa brasileiros que buscam produzir material científico que embase as políticas públicas – no qual a pesquisa está inserida. Outras áreas contempladas pelo projeto são o mapeamento da biodiversidade, a modelagem climática e a física ambiental.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

BIOTECNOLOGIA

MELANCIAS AMARELAS

Se durante a próxima visita ao supermercado você se deparar com uma melancia de polpa amarela nas prateleiras não se espante. Essa é a cor das novas variedades desenvolvidas pela Embrapa Rondônia. Além de possuírem polpa macia, doce e saborosa, essas melancias também são mais ricas em betacaroteno, substância que é convertida no organismo em vitamina A, importante, entre outros aspectos, para uma boa visão e para o bom funcionamento dos processos imunológicos.

Flávio de França Souza, engenheiro agrônomo responsável pelo projeto, explica que, na natureza, a melancia pode apresentar vários tamanhos de fruto e polpas de coloração vermelha, rósea, amarela, laranja, creme e branca. No entanto, a grande maioria das variedades disponíveis, até o momento, aos consumidores brasileiros, apresentam frutos grandes e polpa vermelha. Por isso, segundo Souza, frutos com outras características tendem a sofrer certo preconceito. "Nos Estados Unidos e no Japão, por exemplo, melancias de diferentes cores e tamanhos são normalmente encontradas nos mercados. Aqui, em Rondônia, quando as pessoas provam a melancia de polpa amarela em seções de degustação em supermercados e feiras livres, percebem que é tão saborosa quanto a de polpa vermelha e o preconceito cai por terra", conta.

As novas variedades foram criadas por meio de técnicas de melhoramento genético, iniciando-se pelo cruzamento de variedades comerciais de polpa vermelha com frutas de polpa amarela depositadas em um banco de germoplasma. As plantas originadas desses cruzamentos foram sucessivamente selecionadas, geração após geração, com base nas características de fruto e planta. "Após oito gerações, obtivemos um padrão que pode agradar a consumidores e produtores", diz Souza. Assim surgiu a melancia de polpa amarela, rica em betacaroteno, com alto teor de açúcar e peso entre 4 e 6 kg (contra 10 a 12 kg da fruta tradicional). A redução no tamanho implica economia no momento da compra, facilidade no transporte e comodidade para acondicionamento no refrigerador.

FOTO FLÁVIO DE FRANÇA SOUZA

As novas variedades resultaram do cruzamento de melancias de polpa vermelha com frutas de polpa amarela depositadas em um banco de germoplasma

Para os produtores, a nova melancia também traz vantagens. A fruta pode ser colhida em cerca de 65 a 70 dias – enquanto a melancia comum leva de 80 a 90 dias para amadurecer. Isso representa retorno mais rápido, redução de custos com mão-de-obra e agrotóxicos e diminuição dos riscos de perda, uma vez que a cultura permanece menos tempo exposta a variações climáticas ou outras situações de risco. Outra vantagem é que as plantas são bastante compactas, permitindo um maior adensamento no plantio e, conseqüentemente, melhor aproveitamento da área.

A próxima etapa do projeto visa à obtenção de informações sobre o desempenho agronômico das novas variedades em outras regiões produtoras no Brasil. Em Rondônia, inúmeros testes foram realizados e os resultados foram muito satisfatórios. A previsão é de que a fruta esteja disponível para consumo este ano. "O interesse por parte de produtores e consumidores foi maior do que o esperado", comemora Souza, lembrando que a intenção não é substituir a melancia vermelha, mas sim oferecer alternativas aos consumidores.

MANIPULAÇÃO SEGURA • **Um selo holográfico para atestar a qualidade dos produtos oferecidos por farmácias de manipulação está sendo distribuído pela Associação Nacional de Farmacêuticos Magistrais (Anfarmag) a todos os estabelecimentos do Rio de Janeiro que obtiverem bons resultados na avaliação mensal da entidade. Aspectos relativos à salubridade, capacitação técnica dos funcionários e qualidade da matéria-prima usada nos medicamentos serão inspecionados. Mais de 300 farmácias se inscreveram no programa e 38 delas trazem os selos em seus produtos desde setembro.**

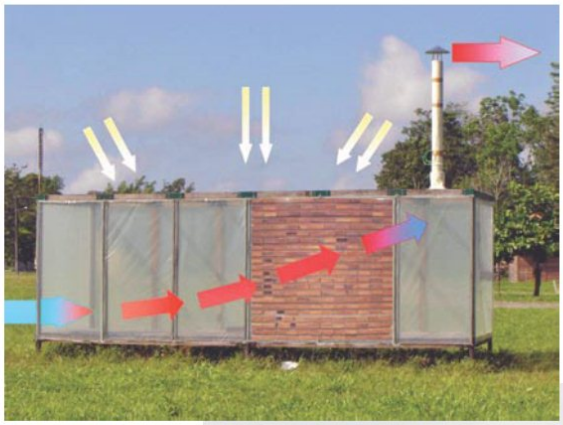
TECNOLOGIA Equipamento similar a uma estufa é indicado para produtos florestais

Secagem econômica

Uma variação de secador solar para produtos agroflorestais foi desenvolvida na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) de Belém (PA). O equipamento, semelhante a uma estufa, tem um mecanismo de controle do fluxo de ar que mantém a umidade e a temperatura em valores ideais para diferentes produtos, sem custos de energia. O novo método pode ser uma alternativa à secagem natural ao ar livre, em que os produtos ficam expostos em terreiros, sobre lonas plásticas, ou ao processo industrial, cujo sistema de aquecimento utiliza energia térmica e elétrica.

"Por ser muito úmida, a floresta amazônica propicia, na secagem ao ar livre, o desenvolvimento de insetos, fungos, bem como a contaminação por outros microrganismos e dejetos de animais", explica o engenheiro florestal Osmar Aguiar, criador da nova tecnologia. O pesquisador ressalta que 80% da produção de pimenta-do-reino e cacau da região deixam de ser exportados por causa da contaminação. "A exportação exige grande controle de qualidade. É impossível controlar as variáveis ambientais durante a secagem natural. Já a variável industrial é inacessível aos pequenos produtores porque consome muita energia, um recurso caro", completa.

O engenheiro garante que o uso do equipamento pode significar uma economia de 92%. "Se considerarmos uma capacidade de secagem para 50 m³ de madeira serrada, o processo de aquisição e implantação do secador solar custa cerca de 8% do industrial. O protótipo que fizemos custou R$ 3 mil, mas acredito que esse preço ainda possa diminuir", observa. Todos os secadores industriais do país funcionam à base de energia elétrica ou exigem combustíveis (gás e outros) para aquecer o ar. Esse tipo de equipamen-



FOTOS EVERALDO NASCIMENTO

No secador solar, o produto é colocado em um local fechado com uma cobertura de vidro ou plástico, que permite a entrada da radiação em ondas curtas. Estas, ao encontrarem algum obstáculo, transformam-se em ondas longas que, retidas no interior do secador, fazem a temperatura aumentar. Uma chaminé permite a liberação do ar quente e úmido

to em geral exige a contratação de empregados muito especializados. Por isso, o funcionamento mensal é muito caro, ao contrário do que ocorre no secador solar. "O custo de manutenção mensal do secador solar é cerca de 5% do valor do industrial. E como ele adota apenas energia solar não há nenhum custo energético", completa Aguiar.

O sistema de secagem solar funciona com base no efeito estufa. O produto é colocado em um local fechado com uma cobertura transparente (de vidro ou plástico), que permite a entrada da radiação em ondas curtas. Estas, ao encontrarem algum obstáculo, transformam-se em ondas longas que, retidas no interior do secador, fazem a temperatura aumentar. Mas se o ar não for renovado, durante a secagem, a umidade aumenta muito, o que pode prejudicar o processo. "O diferencial do novo equipamento é que esse problema é corrigido com uma chaminé na parte superior da estufa, que forma uma corrente convectiva (circulação do ar no ambiente), na qual o ar quente e úmido vai para a parte superior e é liberado", explica. Além disso, uma janela colocada na parte inferior controla a quantidade de ar que entra no fluxo.

O secador é composto de três câmaras: na primeira, ocorre o aquecimento de ar, na segunda, a secagem e, na terceira, a desumidificação. "Ele é construído de forma a aproveitar ao máximo a energia solar. A estufa é orientada no sentido leste/oeste, para permitir a maior incidência possível de Sol, e aproveitamos o regime de ventos para melhorar o fluxo de ar no interior das câmaras", diz.

Os testes com o novo equipamento foram feitos em um protótipo da Embrapa Amazônia Oriental. A secagem de madeira de jatobá com 25 mm de espessura terá duração em torno de 20 a 40 dias, dependendo do teor de umidade de equilíbrio do local em que esta será utilizada. Se esse produto for para São Paulo, por exemplo, ficará no secador em Belém durante 25 dias, mas, se for exportado para locais menos úmidos, como é o caso do Canadá, será necessário o dobro do tempo para que a madeira atinja o teor desejável de umidade. "No secador industrial o tempo de secagem do jatobá é de 15 a 20 dias, mas os custos de aquisição e energético são muito altos, então compensa utilizar o solar", observa Aguiar. Em outro exemplo, ele conta que a secagem ao ar livre do eucalipto leva de quatro a seis meses. Dependendo do potencial apresentado pelo secador solar, o tempo de secagem pode ser reduzido para aproximadamente 50 dias.

Até o momento foram testados a pimenta-do-reino, o cupuaçu fermentado e a madeira de jatobá. Aguiar informa que estão em curso testes com outros produtos, incluindo a adaptação da aerodinâmica interna, que varia conforme a necessidade da transferência de calor e a retirada da umidade do produto em secagem. O pesquisador lembra que essa aerodinâmica é definida pela arquitetura da estufa.

A Embrapa tem um estudo voltado aos pequenos produtores da região para adaptar o equipamento às folhas de nim ou amargosa (*Azadirachta indica*) – usadas para produção de inseticidas, fungicidas e outros produtos. A incidência de radiação direta deixa a folha amarelada e, por isso, fora dos padrões de comercialização, o que tornou necessário desenvolver uma barreira para impedir a ocorrência desse fenômeno.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

NUTRIÇÃO

SUPLEMENTAÇÃO DE FERRO PODE SER INEFICAZ

A suplementação de ferro, segundo concluiu uma pesquisa feita na Universidade Federal da Bahia (UFBA), pode não ser eficaz no controle da anemia. A grande quantidade desse mineral pode prejudicar a absorção de cobre, caso o consumo desse nutriente seja insuficiente. Isso acontece porque o cobre e o ferro são absorvidos na mesma região do intestino. Assim, as duas substâncias competem por espaço, e o ferro, que está em maior quantidade, é absorvido de maneira mais eficiente. Embora a anemia seja normalmente causada pela falta de ferro no organismo, a quantidade insuficiente de outros nutrientes, como o cobre – essencial para o funcionamento das enzimas que atuam no mecanismo de produção da hemoglobina –, também pode provocar um quadro anêmico.

Além disso, como afirma a nutricionista Luciara Brito, responsável pela pesquisa, as crianças com deficiência de cobre estão mais propensas a desenvolver infecções. "O sistema imunológico do organismo trabalha para armazenar o ferro, a fim de evitar que ele seja utilizado como nutriente pelas bactérias causadoras da infecção. O problema é que o organismo também fica impossibilitado de utilizar o ferro. Assim, até a anemia causada pela falta de ferro pode ter alguma relação com a falta de cobre", explica a pesquisadora.

Segundo Brito, o Programa Nacional de Combate à Anemia (com suplementação de ferro), do Ministério da Saúde, pode não resolver o problema, caso a doença esteja relacionada à falta de outros nutrientes. Se o consumo alimentar das crianças for deficiente em minerais, os riscos do tratamento oral com ferro poderão superar os benefícios. Para criar um suplemento que atenda às necessidades específicas dos diferentes grupos é preciso conhecer o perfil alimentar de cada região. "O ideal é realizar estudos para verificar se há deficiência de cobre na alimentação. Se houver, esse mineral deverá ser administrado no suplemento, juntamente com o ferro", defende a nutricionista. Os alimentos ricos nesse mineral são peixes e frutos do mar, pouco consumidos pela maioria das pessoas, especialmente crianças e adolescentes de baixa renda.

BIOQUÍMICA

PAU-FERRO CONTRA BACTÉRIAS E FUNGOS

As propriedades terapêuticas do pau-ferro (*Caesalpina ferrea ferrea*), planta muito usada na medicina popular do Norte e Nordeste, sobretudo na região amazônica, acabam de ganhar respaldo científico. Pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) identificaram no vegetal uma lectina, proteína com ação antimicrobiana e antifúngica. O estudo abre caminho para uma possível utilização do vegetal na produção de fármacos.

Na medicina tradicional, o pau-ferro (tanto o sumo de suas folhas quanto a própria vagem crua) costuma ser usado na limpeza de feridas e contra tosse, gripe, diarréia, contusões, bronquite, entre outros. Instigada por esse uso, a bioquímica Neila Caroline Ximenes, orientada pela também bioquímica Maria Tereza Correia, do Departamento de Bioquímica da UFPE, resolveu testar, em laboratório, a eficiência do vegetal contra bactérias e fungos e buscar o princípio ativo que combate esses microrganismos.

FOTO DE MARIA TEREZA CORREIA

Colocadas sobre uma colônia de bactérias, as lectinas (pontos maiores ao centro) inibiram a sua proliferação

A vagem de pau-ferro foi triturada até se obter uma farinha, que passou por diversos processos para separar e purificar as proteínas presentes. "Identificamos e caracterizamos a lectina e comprovamos *in vitro* sua ação contra bactérias e fungos", conta Correia. Ela explica que as lectinas – encontradas em alimentos como o feijão camaratu, a pata-de-vaca e a semente de pitanga – já eram conhecidas pelos pesquisadores brasileiros por sua atividade antimicrobiana. Agora as pesquisadoras buscam comprovar, na tese de doutorado de Ximenes, o mecanismo pelo qual essas proteínas atuam no combate aos fungos.

Segundo Correia, os atuais tratamentos contra bactérias acabam, de alguma maneira, selecionando as mais fortes e dificultando seu combate. "Por isso, todos os tratamentos alternativos são bem-vindos", enfatiza. Outros alunos orientados por ela pretendem dar continuidade ao estudo, analisando a toxicidade e a ação antitumoral da lectina em células humanas, o que viabilizaria, no futuro, a produção de um fármaco a partir do pau-ferro.

BIOLOGIA

CRUSTÁCEOS AO ALCANCE DE TODOS

Conhecer os crustáceos da região amazônica vai se tornar mais fácil agora, com a recente aprovação de um projeto piloto de digitalização das informações sobre esses animais, que terá como resultado final um banco de dados eletrônico aberto ao público. A meta é integrar os diversos centros de estudo e repatriar informações sobre a Amazônia que se encontram dispersas em outras regiões do Brasil e do mundo. O projeto está inserido no Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), lançado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) para disseminar informações sobre a biodiversidade brasileira para diferentes setores da sociedade.

O zoólogo Célio Magalhães, coordenador do projeto e pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), explica que o primeiro passo será a digitalização das informações contidas em etiquetas de coletas. Dados sobre taxonomia (como o nome científico e a classificação dos animais), distribuição geográfica e, eventualmente, características ecológicas serão informatizados nessa primeira etapa. Em seguida será feita a integração das coleções das instituições que aderirem ao projeto – que, até o momento, conta com a participação do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), do Museu Paraense Emílio Goeldi e com colaborações do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP) e do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Os pesquisadores esperam que o projeto dê origem a uma rede brasileira de coleções de crustáceos e que, com a adesão do Brasil à Infra-estrutura Global de Informação sobre Biodiversidade (GBIF na sigla em inglês), a rede nacional possa se interligar à rede mundial, ampliando a possibilidade de acesso à informação sobre a nossa biodiversidade armazenada em coleções de outros países.

FOTOS CÉLIO MAGALHÃES

Acima, caranguejo da espécie *Valdivia serrata* (família Trichodactylidae) Abaixo, caranguejo da espécie *Fredius stenolobus* (família Pseudothelphusidae)

TECNOLOGIA

BENGALA E CANETA PARA QUEM NÃO VÊ

COMPANHIA DE IMPRENSA/DIVULGAÇÃO/FEI

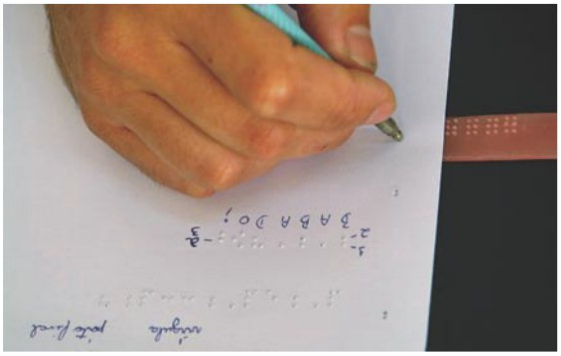
A bengala eletrônica (acima) emite som à aproximação de objetos

Dois novos aparelhos prometem melhorar a vida dos deficientes visuais. O primeiro deles é a bengala eletrônica – similar a uma bengala normal –, que avisa o deficiente se há obstáculos a uma distância de 3,5 m. Desenvolvido por alunos da Faculdade de Engenharia Eletrônica da Fundação Educacional Inaciana (FEI), em São Bernardo do Campo, o dispositivo também pode identificar cores. O segundo aparelho é um novo tipo de caneta para escrever em braile, desenvolvido na Incubadora de Base Tecnológica da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro.

A bengala eletrônica funciona com base em sensores ultra-sônicos, que enviam ondas sonoras e avaliam como elas foram refletidas para identificar os obstáculos. "O aparelho anuncia o obstáculo com um som pontual. À medida que o objeto se aproxima, o som vai se tornando contínuo", explica o orientador do projeto, o engenheiro elétrico Mário Kawano. As cores são identificadas por um processo parecido. O aparelho emite raios luminosos e tem sensores que identificam quais raios foram refletidos, determinando assim a cor do objeto. Já existem empresas interessadas em comercializar o produto. "A bengala tem o tamanho de um telefone, mas podemos diminuir ainda mais. O preço será aproximadamente R$ 300 quando o produto chegar ao mercado", diz Kawano.

Já a caneta é uma alternativa à *reglete*, instrumento específico para escrever em braile. O problema é que, nesse objeto, a escrita é feita em baixo-relevo enquanto a leitura é realizada com os pontos em alto-relevo. "Isso obriga o deficiente a escrever tudo ao contrário, para que as letras estejam na ordem correta de leitura", diz Aline Piccoli Otalara, coordenadora do projeto pela Tecnologia e Ciência Educacional (Tece), empresa residente na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Unesp. Com o auxílio de botões na caneta, os pontos são feitos em alto-relevo, permitindo que a pessoa escreva na ordem de leitura. "Isso vai facilitar porque os deficientes visuais não precisarão mais aprender dois alfabetos (de escrita e de leitura) em braile", afirma. Segundo Otalara, o preço também será melhor: enquanto a *reglete* custa entre R$ 30 e R$ 80, a caneta custará R$ 15 quando entrar no mercado. "Estamos fazendo testes para saber qual material é melhor para a produção da caneta, mas já existem empresas interessadas em produzi-la em escala industrial", afirma.

FOTO FÁBIO MEAULO



A caneta (à esquerda) facilita o processo de escrita e leitura para deficientes visuais

ENGENHARIA BIOMÉDICA

RAPIDEZ NA ANÁLISE DA ÁGUA

Um novo instrumento para detectar bactérias nocivas à saúde humana presentes na água está sendo desenvolvido pelo Laboratório de Instrumentação Fotônica (LIF) da Escola Politécnica e da Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Chamado 'Bacteriosensor', o aparelho, portátil, é capaz de detectar e quantificar as bactérias em cerca de 20 minutos, o que representa uma melhora significativa em relação aos métodos atuais, que oferecem respostas entre 24 e 48 horas.

Esses biossensores são equipamentos com sensores ópticos que usam moléculas biológicas para a detecção e quantificação de determinado microrganismo ou substância. O projeto, desenvolvido sob a coordenação do engenheiro biomédico Marcelo Werneck, do LIF, inova ao utilizar na construção do aparelho uma associação de fibras ópticas plásticas e anticorpos. Além disso, a tecnologia é barata e elimina a necessidade da compra de *kits* estrangeiros caros ou da retirada de material para análise em laboratórios.

Werneck aposta que o aparelho, usado a princípio para detectar coliformes fecais – um dos principais micróbios contaminantes da água –, será capaz de identificar diversas outras bactérias. A nova tecnologia, patenteada nos Estados Unidos, poderá ser utilizada no rastreamento de poluentes, na avaliação da potabilidade de reservatórios de água e no controle de alimentos e de medicamentos.

ENSAIO

FÍSICA Fenômeno por trás de muitas propriedades macroscópicas dos sólidos ainda é mal entendido

Elétrons em baixas dimensões

Valdeci Pereira Mariano de Souza (doutorando)
Instituto de Física,
Universidade de Frankfurt (Alemanha)

Figura 1. Placa em homenagem a Stern e Gerlach colocada na entrada do antigo prédio do Instituto de Física da Universidade de Frankfurt (Alemanha). "Em fevereiro de 1922, neste prédio do Instituto de Física, na cidade de Frankfurt, à beira do Reno, foi realizada por Otto Stern e Walther Gerlach a descoberta fundamental da natureza quântica do momento magnético em átomos. Graças ao experimento de Stern-Gerlach, importantes desenvolvimentos físico-tecnológicos, como a ressonância magnética nuclear, o relógio atômico e o *laser* foram realizados no século 20. Por essa descoberta, Otto Stern foi agraciado com o prêmio Nobel em 1943."

Elétrons são responsáveis por muitas das propriedades macroscópicas dos sólidos. O comportamento dessas partículas é fundamental, por exemplo, para fazer com que um metal – que, em geral, é um excelente condutor de eletricidade – passe a ser um isolante elétrico. Ou com que um material se transforme em um supercondutor, ou seja, passe a conduzir correntes elétricas sem que haja praticamente perda de energia nesse processo. Esses diminutos pedaços da matéria subatômica também estão por trás das propriedades ópticas dos sólidos. Mas qual o mecanismo que faz com que os elétrons desempenhem um papel tão importante nas propriedades macroscópicas dos sólidos? Por que o estudo desses sistemas é tão importante do ponto de vista tecnológico?

Antes de respondermos a essas perguntas, vale relembrar quais são os constituintes básicos de um átomo. Em uma descrição simplificada, os átomos são compostos de um núcleo, o qual, por sua vez, é formado por prótons (carga elétrica positiva) e nêutrons (carga nula). Outro constituinte dos átomos são os elétrons, partículas carregadas negativamente e que, para nossos propósitos aqui, podemos visualizar como girando em órbitas bem definidas em torno do núcleo atômico. A descoberta da existência do elétron foi feita pelo físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940) em 1897 (ver 'O elétron faz 100 anos' em *CH* nº 131).

Cerca de 99% da massa de um átomo estão concentrados no núcleo atômico, o que significa dizer que a massa do elétron é muito pequena se comparada com a do próton ou do nêutron. Para se ter uma idéia, a massa do próton é cerca de 1.840 vezes maior que a massa do elétron. Embora sua massa seja bastante pequena ($9{,}1093826 \times 10^{-31}$ kg), elétrons são responsáveis por muitas das propriedades macroscópicas dos sólidos, como condução elétrica, comportamento magnético e propriedades ópticas.

Outra característica importante do elétron é o *spin*. O *spin* é conhecido como o momento magnético do elétron, ou seja, é a propriedade que faz com que o elétron tenha a característica de um pequeno ímã. A descoberta experimental do *spin* do elétron foi feita pelos físicos alemães Otto Stern (1888-1969) e Walther Gerlach (1889-1979) (figura 1). Não é por acaso que esse experimento passou a ser conhecido como 'experimento de Stern-Gerlach'. Otto Stern ganhou em 1943 o prêmio Nobel de Física; Gerlach não.

Mas voltemos à nossa pergunta inicial: qual o mecanismo que faz com que os elétrons desempenhem um papel tão importante nas propriedades macroscópicas dos sólidos? Para responder a essa questão, precisamos analisar como os elétrons se comportam nos materiais. Primeiramente, vamos nos concentrar nos metais, materiais com alta condutividade pelo fato de terem elétrons livres. É o caso, por exemplo, do cobre (empregado nos fios condutores de eletricidade comuns), da prata e do ouro, apenas para citar alguns exemplos. Nesses materiais, os elétrons não interagem expressivamente uns com os outros – por essa característica, os físicos costumam denominá-los gás de elétrons em três dimensões. Os elétrons, na maioria dos metais, interagem apenas com: i) 'defeitos' da rede cristalina – esses defeitos são formados no processo de síntese do material; ii) vibrações da própria rede cristalina, cujo papel discutiremos mais abaixo. Por enquanto, vale adiantar que, por exemplo, a resistência elétrica (medida da dificuldade de condução elétrica em um material) é resultado dessas interações.

Mas, quando os elétrons são confinados em uma ou duas dimensões, a discussão anterior deixa de ser válida, pois, nesse caso, essas partículas passam a interagir fortemente umas com as outras, dando lugar a uma série de fenômenos físicos bastante interessantes, como transições de fase metal-isolante e, em alguns casos específicos, supercondutividade. Os materiais nos quais as interações entre os elétrons não podem ser consideradas desprezíveis são chamados 'sistemas fortemente correlacionados'.

O movimento dos elétrons em uma dimensão pode ser comparado ao movimento dos carros em um congestionamento. Nessa situação, não é possível que um carro se desvie da pista em que se encontra – admitindo que ele não possa fazer ultrapassagens –, o movimento dele, portanto, depende do movimento do carro à sua frente. Além disso, o movimento de cada carro depende do movimento da fila como um todo; caso contrário, acidentes podem acontecer. No caso de um sólido, acontece algo semelhante: o movimento da fila como um todo seria equivalente ao que chamamos de vibração da rede cristalina.

Em duas dimensões, porém, a análise se torna um pouco diferente: o comportamento dos elétrons nessa situação pode ser imaginado como o movimento das bolas em uma mesa de bilhar; ou seja, em duas dimensões os elétrons teriam 'mais espaço' para se movimentar.

Visando entender o comportamento dessas partículas nos sólidos, diversos experimentos têm sido realizados em laboratório pelos físicos. Entre os mais comuns, estão aqueles que fazem medidas de resistência elétrica e de medidas magnéticas em baixas temperaturas, até a faixa de milésimos de kelvin, o que equivale a 273°C negativos (lembrando que o gelo, no congelador da geladeira de nossas casas, corresponde a 0°C). Esses experimentos são realizados em baixas temperaturas pelo fato de os elétrons modificarem seu comportamento nessas condições. Condutores orgânicos e supercondutores – os tão conhecidos *High* T_c – são exemplos de materiais intensamente estudados atualmente.

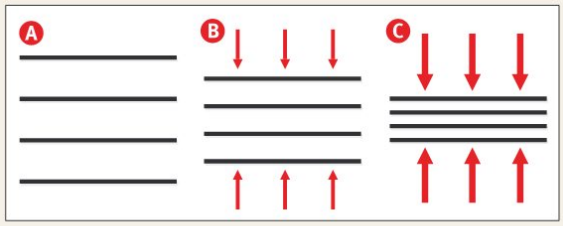


Figura 2. Em A, representação de um metal quase-unidimensional, que é formado por cadeias condutoras que interagem fracamente umas com as outras. Em B, a aplicação de pressão sobre esse material faz com que a interação entre as cadeias condutoras seja aumentada. Em C, aplicando pressões ainda mais elevadas, a interação entre as cadeias se torna ainda mais intensa, levando o sistema quase-unidimensional a se comportar como um sistema quase-bidimensional.

Além da variação da temperatura, a aplicação de pressão externa sobre a amostra do material a ser estudado tem se mostrado uma poderosa ferramenta experimental para o entendimento desses sistemas. Atualmente, é possível obter em laboratório pressões na faixa de gigabars (ou seja, bilhões de bars) – para se ter uma idéia desse valor, a pressão de um pneu de um automóvel é de cerca de dois bars.

Sistemas unidimensionais são compostos de cadeias atômicas (moléculas longas que podem ser imaginadas como fios de macarrão em uma embalagem fechada) que interagem entre si muito fracamente, sendo, por isso, comumente chamados sistemas quase-unidimensionais. Aplicando pressão externa sobre esses materiais, é possível modificar suas propriedades eletrônicas e fazer com que a interação entre as cadeias se torne cada vez mais intensa à medida que se aumenta a pressão, levando assim um sistema quase-unidimensional a se comportar como bidimensional (figura 2).

O entendimento dos sistemas eletrônicos fortemente correlacionados parece ser a chave para a explicação do mecanismo de supercondutividade em temperatura ambiente. Isso faz com que o estudo de sistemas eletrônicos em dimensões reduzidas seja uma área de pesquisa bastante atrativa. Entretanto, o entendimento das propriedades dos elétrons em dimensões reduzidas pode ser vista como a montagem de um grande quebra-cabeça, na qual se vem trabalhando há décadas e que se encontra ainda longe de ser concluída. ■

Golpe fatal na geração espontânea

Em 1857, o periódico *Memórias das Sociedades de Ciência, Agricultura e Artes de Lille*, da França, publicou um artigo que se tornaria célebre: 'Memória sobre a fermentação do ácido lático'. Nele, seu autor, Louis Pasteur (1822-1895), descrevia pela primeira vez na história que organismos microscópicos transformavam açúcares em moléculas como o ácido lático, responsável pela fermentação do leite e outros alimentos. Embora não tenha sido a primeira nem a única contribuição de Pasteur para a ciência, foi certamente um feito notável, que pôs fim às idéias equivocadas sobre geração espontânea e sobre a não-participação de microrganismos na fermentação. O eminente cientista francês costuma ser mais lembrado pelo desenvolvimento da vacina anti-rábica ou pelo processo de esterilização conhecido como pasteurização.

Há 150 anos

Quando estudou o fenômeno da fermentação, Pasteur era um jovem e promissor químico. Ao analisar estruturas cristalinas de tartarato (sais do ácido tartárico), ele contribuiu fundamentalmente para a descrição de propriedades quirais de moléculas orgânicas de origem biológica. Seu interesse pelo tema se deve ao fato de ter vivido em meio a vinhas desde os quatro anos de idade, quando a família se mudou de Dole, sua terra natal, para Arbois, onde fez seus primeiros experimentos com fermentações. Aos 13 anos, iniciou uma talentosa carreira de pintor fazendo um retrato de sua mãe. Aos 20 anos, porém, já dedicando boa parte do tempo aos estudos, acabou optando pela vida científica. Não sem antes compor um último retrato, dessa vez de seu pai.

A contribuição de Pasteur para a ciência começou, pois, com uma investigação sobre as propriedades de cristalogênese do tartarato, quando lançou as bases para se entender o fenômeno da isomeria óptica e sua relação com moléculas quirais presentes em sistemas biológicos. Denomina-se 'quiral' um arranjo de átomos cuja imagem especular não pode ser superposta ao arranjo original.

Só mais tarde se reconheceu a importância da quiralidade em sistemas biológicos e sua relação com o reconhecimento de enzimas e substratos, hormônios e receptores, drogas e alvos terapêuticos. Esse princípio de reconhecimento ligante-receptor (seja DNA-proteína, proteína-proteína ou moléculas pequenas-macromoléculas) estimula e justifica as pesquisas sobre estrutura tridimensional de macromoléculas biológicas, sobretudo proteínas. Em geral, quando se define a estrutura espacial de uma macromolécula, é possível determinar sua função. Aliás, tal fundamento é responsável pelo sucesso de grande parte dos empreendimentos de genômica estrutural.

Sob o olhar atento do eminente cristalógrafo francês Jean Baptiste Biot (1774-1862), Pasteur selecionou dois grupos de cristais de tartarato que apresentavam uma pequena diferença em uma de suas faces. As propriedades químicas e físicas dessas espécies moleculares eram idênticas, exceto pelo fato de que as soluções daí obtidas desviavam a luz polarizada

em sentidos opostos. Cerca de 30 anos após essa descoberta – e com o estabelecimento da noção de 'carbono assimétrico' – surgia a estereoquímica (parte da química que investiga a disposição espacial dos átomos nas moléculas).

Sua pesquisa se volta então para o entendimento dos processos de fermentação e putrefação, que geram moléculas quirais. Ele partiu da premissa de que os 'fermentos' podiam ser microrganismos, que interferem na composição química do meio e transformam moléculas. À época, prevalecia a idéia da geração espontânea, descrita por alguns investigadores renomados, como o biólogo francês Félix Archimède Pouchet (1800-1872), como a capacidade de surgirem organismos, em meios de cultivo, sem a presença prévia de qualquer outro organismo similar.

Com o auxílio dos famosos balões de colo de cisne, preservados intactos e estéreis até hoje no museu do instituto parisiense que leva seu nome, Pasteur mostrou que a presença de organismos microscópicos do ar atmosférico era a fonte da 'contaminação' dos meios de cultivo em contato com o ar. O papel do oxigênio atmosférico nos processos fermentativos assumiu então importância crescente, e Pasteur, que analisou simultaneamente a fermentação láctica, etanólica e butírica (esta última realizada na ausência estrita de oxigênio), dividiu os fermentos em aeróbicos e anaeróbicos. A existência dos primeiros, ao contrário do que ocorre com estes últimos, depende do oxigênio livre retirado do ar.

Marco da microbiologia moderna

Qual a importância do correto entendimento do processo de fermentação? Na época em que Pasteur viveu, conceitos essenciais da biologia, como metabolismo ou processos de geração da vida (reprodução), eram vagos ou equivocados. Cerca de um século antes, por exemplo, o microscopista holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) via 'homúnculos' no interior de espermatozóides humanos.

Quando publicou sua 'Memória sobre a fermentação do ácido lático', Pasteur ensinava química na Universidade de Lille. As conclusões apresentadas nesse trabalho se chocavam com as idéias de importantes químicos da época, como os alemães Friederich Wohler (1800-1882) e Justus von Liebig (1803-1873), e o sueco Jöns Jacob von Berzelius (1779-1848), que não aceitavam a hipótese de que o processo de fermentação resultasse da ação de células vivas. Nessa 'Memória', que não tardaria a se tornar um marco da microbiologia moderna, Pasteur concluiu que as células eram o 'fermento' e que a fermentação só ocorria na presença de células vivas, sendo uma exigência natural da vida. Mais tarde ele concluiria que a fermentação era uma conseqüência da vida sem ar (oxigênio).

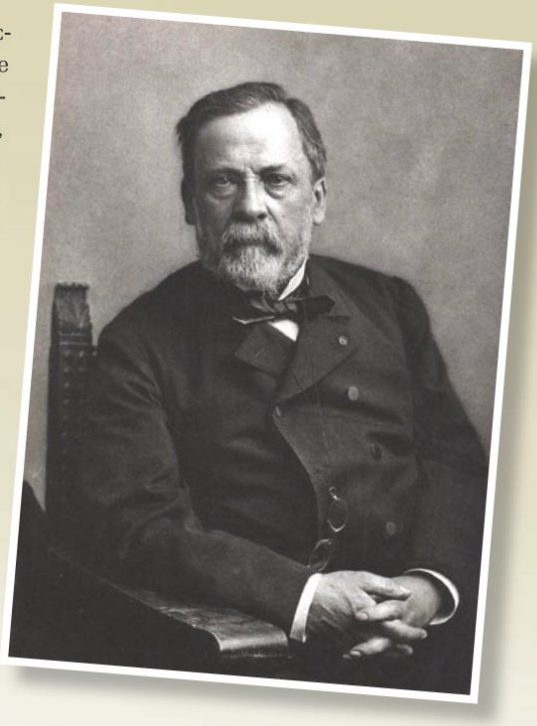


FOTO FELIX NADAR

Louis Pasteur (1822-1895)

Evidentemente o impacto dessas descrições sobre a produção e o melhoramento de queijos, vinhos, cervejas, vinagres e outros produtos de fermentação foi notável, o que explica, em parte, a qualidade de alguns desses produtos na França. Pasteur observou também que as fermentações naturais podiam ser mistas, mas cada tipo de fermentação seria produzido por um único tipo celular.

Além de suas inúmeras contribuições científicas, outro legado de Louis Pasteur é o próprio Instituto Pasteur de Paris, criado em 1887, onde hoje trabalham cerca de 3 mil pessoas, das quais mais de mil são pesquisadores. O instituto se dedica principalmente à investigação de doenças infecciosas, do ponto de vista imunológico e microbiológico, como Aids (o vírus que a ocasiona foi ali descoberto em 1983), hepatite B, malária e tuberculose.

No Instituto Pasteur, gerações de importantes cientistas se formaram e desenvolveram suas atividades, como François Jacob (1920-) e Jacques Monod (1910-1976) – cujos trabalhos levaram à compreensão do controle da expressão gênica – e Georges Cohen (1920-), que estudou o metabolismo de aminoácidos na bactéria *Escherichia coli*.

Há institutos Pasteur em várias partes do mundo, inclusive na Ásia, África e América do Sul. No Brasil, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) é um dos membros da Rede de Institutos Pasteur no mundo. Graças aos esforços do governo francês e uruguaio e da direção do Instituto Pasteur de Paris, acaba de ser inaugurado o Instituto Pasteur de Montevidéu, com infra-estrutura e administração que seguem o modelo da instituição da capital francesa. O novo organismo expressa a forte ligação entre o Instituto Pasteur de Paris e pesquisadores sul-americanos, e sua constituição, fruto da negociação entre governos, deve ser tomada como exemplo pelo Brasil. Acordos de cooperação França-Brasil existem há muito tempo e precisam ser formalizados.

Hernán Terenzi
Departamento de Bioquímica,
Centro de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Santa Catarina

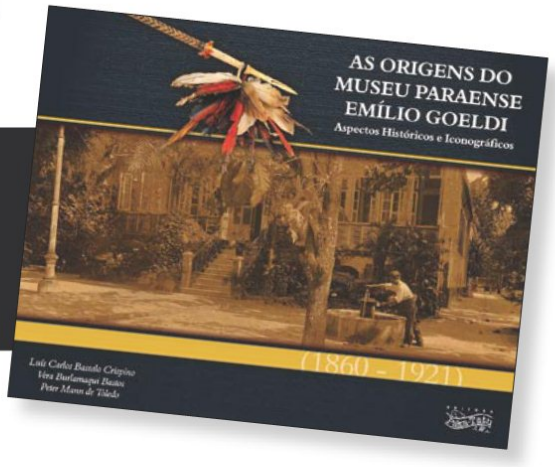
RESENHA

Fatos e fotos do Museu Goeldi

As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi

Luís Carlos Bassalo Crispino, Vera Burlamaqui Bastos e Peter Mann de Toledo

Belém, ed. Paka-Tatu, 413 p., R$ 70



O livro é, sobretudo, um precioso repositório de documentos sobre os primeiros anos da história do Museu Paraense Emílio Goeldi. Nisso reside sua importância principal. Como diz um de seus autores (Luís Carlos Bassalo Crispino) no prefácio, a idéia surgiu a partir da reunião "de um conjunto cada vez maior de imagens relacionadas ao Museu" e da preocupação de "levá-las ao conhecimento do grande público". São imagens belíssimas, que constituem as ilustrações ao longo de suas 413 páginas, excetuando-se aquelas destinadas às notas e bibliografia. Ademais, é importante lembrar o sentimento.

Para Crispino, reunir essas imagens, cartões-postais e fotografias, bem como escrever o livro, constituiu uma forma de resgatar sua afeição de infância pelo Museu, retratando sentimento muito comum aos paraenses, sobretudo aqueles vivendo em Belém, que, desde muito pequenos, se acostumaram a visitar seu parque zôobotânico, levados pelos pais, principalmente aos domingos. Por outro lado, a extensa e minuciosa pesquisa documental, que não se limitou aos arquivos do Museu, mas se estendeu por bibliotecas, museus e arquivos de várias partes do Brasil e do mundo, permitiu a reunião de quantidade surpreendente de documentos, muitos dos quais transcritos, total ou parcialmente, na obra.

Dos autores desse belo livro, o principal foi Crispino. Foi quem primeiramente teve a idéia, como ele mesmo relata, em conversa com Vera Bastos, tendo sido ele também quem conduziu a minuciosa pesquisa. Além de contribuir com as ilustrações e desenvolver a pesquisa, foi o redator de todos os seus capítulos. Certamente o papel dos demais autores foi relevante, contribuindo para sua organização, especialmente o de Peter Mann de Toledo que, como então diretor do Museu, deve ter tido muita importância na viabilização do projeto.

Vale lembrar que, além do texto dos capítulos que compõem o livro, existem também extensas notas e referências minuciosas, ocupando 90 páginas, o que é muito útil a quem desejar retomar as pesquisas sobre o tema. Entre as referências, os trabalhos de Osvaldo Rodrigues da Cunha, o consagrado historiador do Goeldi, a partir de cuja obra Crispino pôde desenvolver a maior parte de sua pesquisa. Entretanto, nelas não consta um trabalho de suma importância, que é o de Lília K. M. Schwarcz, 'O nascimento dos museus brasileiros' (in *História das ciências sociais no Brasil*, Sérgio Miceli, São Paulo, Vértice), provavelmente desconhecido pelos autores do livro agora publicado.

Isso me permite apresentar algumas críticas aos autores. A tarefa que empreenderam foi muito bem realizada, dentro de certos limites, mas poderia ter um valor maior, caso tivesse sido feita com a colaboração de profissionais no campo da história, da antropologia e da sociologia. Certamente não é fácil para pessoas das áreas das ciências exatas e naturais – Crispino é físico e Toledo e Bastos são biólogos – tratar de questões que envolvem um treinamento científico específico nos campos da história e das ciências sociais (por mais que Crispino trabalhe, como pesquisador, dentro de uma linha de história da ciência). Assim, muitas vezes, o texto se compõe de meras curiosidades, ou transcrições literais desnecessárias (que poderiam talvez ser reunidas em um apêndice), tornando a leitura cansativa e desinteressante, para o leitor comum.

Por isso enfatizo a importân-

cia do trabalho de Lília Schwarcz, que alia, ao mesmo tempo, competência histórica e antropológica. Teria sido necessário incluir a história do Museu Goeldi em um contexto mais vasto – o da 'era dos museus' – e, também, no do surgimento dos museus brasileiros de história natural, cujo apogeu se deu, especificamente, na passagem do século 19 para o 20: o Museu Nacional, o Museu Paulista e o Museu Goeldi. E compreendê-los no contexto das atividades econômicas que ocorriam no Brasil da época: os impropriamente chamados 'ciclos' do café (São Paulo) e da borracha (Amazônia), até para entender por que, em uma região periférica como aquela (cuja identidade estava se constituindo nessa mesma época, quando se cunhou o próprio nome Amazônia, no cenário nacional), pôde surgir uma instituição do porte do Museu Goeldi. E, ao lado disso, para se entender também o papel desses três museus, na história da ciência brasileira, em uma época em que não possuíamos universidades, mas apenas escolas superiores isoladas – de medicina, direito e engenharia –, onde não se fazia pesquisa de modo sistemático. Vale lembrar que, nessa época, justamente quando o museu paraense foi dirigido por Emílio Goeldi – e ganhou seu nome atual – Belém era uma das mais ricas e importantes cidades brasileiras, graças aos recursos da exploração da borracha nativa da Amazônia.

Isso, absolutamente, não invalida o trabalho dos autores – sobretudo o de Crispino – que, com seus esforços, conseguiram disponibilizar aos estudiosos, um belo livro, do ponto de vista estético, e uma importante fonte de consulta, do ponto de vista documental.

Raymundo Heraldo Maués
Departamento de Antropologia, Universidade Federal do Pará

O ensino de ofícios artesanais e manufatureiros no Brasil escravocrata

Luiz Antônio Cunha

São Paulo, editora Unesp, Brasília, DF, Flacso, 190 p., R$ 35

O ensino de ofícios nos primórdios da industrialização

São Paulo, editora Unesp, Brasília, DF, Flacso, 243 p., R$ 37

O ensino profissional na irradiação do industrialismo

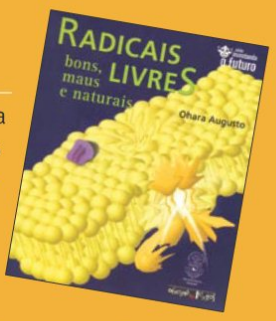
São Paulo, editora Unesp, Brasília, DF, Flacso, 270 p., R$ 40

A evolução da educação profissional no Brasil é o tema desta trilogia escrita pelo professor de educação brasileira Luiz Antônio Cunha, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O ensino de um ofício é revisto desde suas origens, em um sistema escravocrata onde o trabalho manual era desprezado, até suas últimas modificações – tanto na implementação quanto na ideologia – no final do século 20. Através de uma visão histórica e sociológica, o autor contribui para a compreensão dos caminhos percorridos pelo sistema escolar brasileiro e da dualidade até hoje existente entre "a escola destinada à elite e aquela destinada à formação dos trabalhadores manuais".

Radicais livres: bons, maus e naturais

Ohara Augusto

São Paulo, Oficina de Textos, 115 p., R$ 51



Escrito pela bioquímica Ohara Augusto, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, o livro busca esclarecer as dúvidas mais comuns relacionadas aos radicais livres, tantas vezes tratados como vilões pela mídia por seu envolvimento com as doenças e o envelhecimento. Através das mais recentes descobertas científicas sobre o tema, a autora mostra a importância dessas moléculas que são produzidas continuamente nos organismos vivos e que participam do combate a infecções e da propagação da nossa espécie através do ato sexual. Segundo a autora, os radicais livres e os oxidantes deles derivados estão revolucionando a biologia e a medicina no século 21. O livro, fartamente ilustrado, faz parte da série 'Inventando o futuro', que pretende dar aos leitores um panorama geral da ciência contemporânea.

O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica

Thomas S. Kuhn

São Paulo, editora Unesp, 408 p., R$ 49

Thomas Kuhn estabeleceu-se como importante filósofo do século 20 após a publicação, em 1962, do livro *A estrutura das revoluções científicas*, que trata das transições paradigmáticas e da natureza do progresso científico. Nesses ensaios, o autor, falecido em 1996, refina as idéias contidas na primeira obra e responde às críticas direcionadas às suas proposições por importantes pensadores contemporâneos, como Karl Popper, Paul Feyerabend e Charles Taylor. Além disso, o livro traz uma entrevista na qual o autor fala do próprio desenvolvimento intelectual e das influências que recebeu.

ECOLOGIA Variadas formas de propagação ajudam planta de campos rupestres a sobreviver

Estratégia rara e intrigante

Leiothrix spiralis é uma pequena planta que ocorre apenas em campos rupestres da serra do Cipó, na cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais. Para sobreviver às condições estressantes desse ambiente para as plantas, ela desenvolveu uma curiosa estratégia de propagação que a torna uma das espécies mais abundantes do seu gênero na estreita área que ocupa. Por **Ana Carolina O. Neves**, do *Centro de Ciências Biológicas e da Saúde* da *Universidade Federal de Mato Grosso*; e **Flávia de Freitas Coelho**, **Christina Capelo** e **José Eugênio Côrtes Figueira**, do *Departamento de Biologia Geral* da *Universidade Federal de Minas Gerais*.

Um oceano azulado formado por milhares de montanhas, estendendo-se até o horizonte, pode ser visto do topo de qualquer morro da cadeia do Espinhaço. Nessa grande área montanhosa, localizada entre Minas Gerais e Bahia, são encontrados, em altitudes superiores a 1 km, os campos rupestres, formação vegetal com condições estressantes para as plantas (figura 1). Além da intensa insolação ao longo do ano e da escassez de nutrientes no solo, as plantas que vivem nesse ambiente estão sujeitas a grandes variações diárias e sazonais de temperatura e umidade. Nos seis meses da estação seca, o solo torna-se seco e duro como uma rocha, e sua baixa capacidade de retenção de umidade obriga as plantas a sobreviverem apenas com a água que armazenam em bulbos e rizomas (caules laterais que crescem rente ao solo) ou que capturam do sereno e da neblina. Na época chuvosa, ao contrário, a água abundante alaga algumas áreas, deixando pequenas plantas parcialmente submersas.

Figura 1. Os campos rupestres da serra do Cipó (MG), onde foram realizados os estudos sobre populações da planta *Leiothrix spiralis*, e a aparência da vegetação local (no detalhe)

FOTOS DE ANA C.O. NEVES

FOTO DE ANA C.O. NEVES

Na serra do Cipó, situada na parte mineira da cadeia do Espinhaço, os campos rupestres apresentam grande variedade de espécies vegetais – ali, a taxa de plantas endêmicas (exclusivas desse ambiente) é a maior do Brasil e uma das maiores do mundo. Grandes extensões de campos cobrem os morros da serra com capinzais dourados. Nessa paisagem devassada, os animais sorrateiros, silenciosos e de cores pardacentas, confundem-se com a vegetação e dificilmente são vistos. A monotonia da paisagem é quebrada por um ou outro arbusto, pelas matas que crescem na umidade dos vales e pelos afloramentos rochosos. Sob essa aparente uniformidade, no entanto, existe um mundo complexo, resultante da luta pela sobrevivência travada dia a dia por variados organismos.

Em diferentes épocas, podem-se divisar na paisagem imensas manchas amarelas, roxas ou lilases, formadas por populações de plantas que florescem em massa. Cada população é um universo constituído por milhares de indivíduos de uma espécie, que podem ser agrupados por seu tamanho e etapa de desenvolvimento. A observação de cada indivíduo permite imaginar sua vida, através das marcas de algum herbívoro em suas folhas, da presença de pequenos animais e de outros aspectos. Para o ecologista de populações, cada animal ou planta é uma peça do quebra-cabeça da população que ele pretende montar, para entender seu funcionamento.

Uma plantinha abundante

Curiosas manchas amareladas, formadas por emaranhados semelhantes aos do doce fios-de-ovos ou da trepadeira cipó-chumbo, chamaram a atenção de nossa equipe de trabalho nessa paisagem. Descobrimos que tais emaranhados são, na verdade, formados pelos escapos (hastes) florais de uma pequena planta com forma de roseta e diâmetro inferior a 8 cm: a *Leiothrix spiralis*, da família das Eriocauláceas (figura 2). Embora ocorra apenas na serra do Cipó, essa espécie é uma das mais abundantes e bem distribuídas do gênero *Leiothrix* na região. Os escapos sustentam inflorescências esbranquiçadas, chamadas 'capítulos', que exibem grande quantidade de pequenas flores. Por preservarem a forma e a coloração por longos períodos, após coleta e secagem, essas inflorescências são chamadas de 'sempre-vivas'.

Figura 2. Na época reprodutiva as hastes florais de *L. spiralis* formam grandes emaranhados, parecidos com fios de ovos ou cipó-chumbo

Essa planta é capaz de se propagar de três maneiras: através de um mecanismo sexual, com a produção de sementes, ou através de dois mecanismos clonais: com o brotamento de novas rosetas, que permanecem conectadas à planta-mãe por rizomas, ou por pseudoviviparidade. Nesse último, novas rosetas se desenvolvem a partir de células no ápice dos capítulos. Não sabemos se são células do meristema que permaneceram na inflorescência ao longo de seu desenvolvimento ou se são células já diferenciadas que retomaram seu potencial meristemático. As rosetas surgem depois que são produzidas sementes e as flores secam. As hastes florais se alongam, podendo alcançar 50 cm de comprimento, formando os emaranhados de 'fios'. À medida que crescem, as hastes se curvam até que os capítulos toquem o solo. Nessa fase, novas plantinhas se formam e logo se tornam independentes, através do rompimento das hastes (figura 3). Essa forma de

(CRÉDITO) (A) FOTO DE CHRISTINA CAPELO (B E C) JOSÉ E.C. FIGUEIRA

Figura 3. Além de gerar novas plantas por sementes, *L. spiralis* produz rosetas a partir de rizomas (A), que permanecem conectadas à planta-mãe, além de rosetas pseudovivíparas, que brotam das hastes florais – estas geralmente nascem e se enraizam quando as hastes tocam o solo (B), mas em casos raros podem surgir em hastes ainda aéreas (C)

CICLO VITAL

L. spiralis sincroniza seu desenvolvimento com a estação chuvosa, otimizando o aproveitamento desse período favorável ao estabelecimento de novas rosetas, como revelam as variações na estrutura populacional (figura 4). Durante todo o ano, as rosetas aproveitam a umidade do solo – mesmo sendo reduzida – para produzir novas folhas. No auge da estação seca, cessam o crescimento, perdem as folhas e tornam-se pequenas e desidratadas, com aspecto de mortas. Em outubro, com as primeiras chuvas, as rosetas rebrotam no centro e se tornam verdes e vistosas. Em novembro, produzem os capítulos (inflorescências). As hastes florais têm crescimento contínuo e, em fevereiro, suas pontas tocam o solo, originando brotos pseudovivíparos (barras brancas, no gráfico). Esses brotos se estabelecem, criando raízes e se fixando no solo, nos três meses chuvosos restantes. Um mês após a fixação dos primeiros brotos, começa o rompimento das hastes florais, que ocorre até outubro, gerando rosetas independentes (barras verdes, entre as classes de menores diâmetros, no gráfico). Algumas rosetas pseudovivíparas crescem durante meses conectadas à planta-mãe e só se tornam independentes com diâmetros maiores, de até 2 cm (como mostram as colunas dessas classes de diâmetro em junho, nos gráficos).

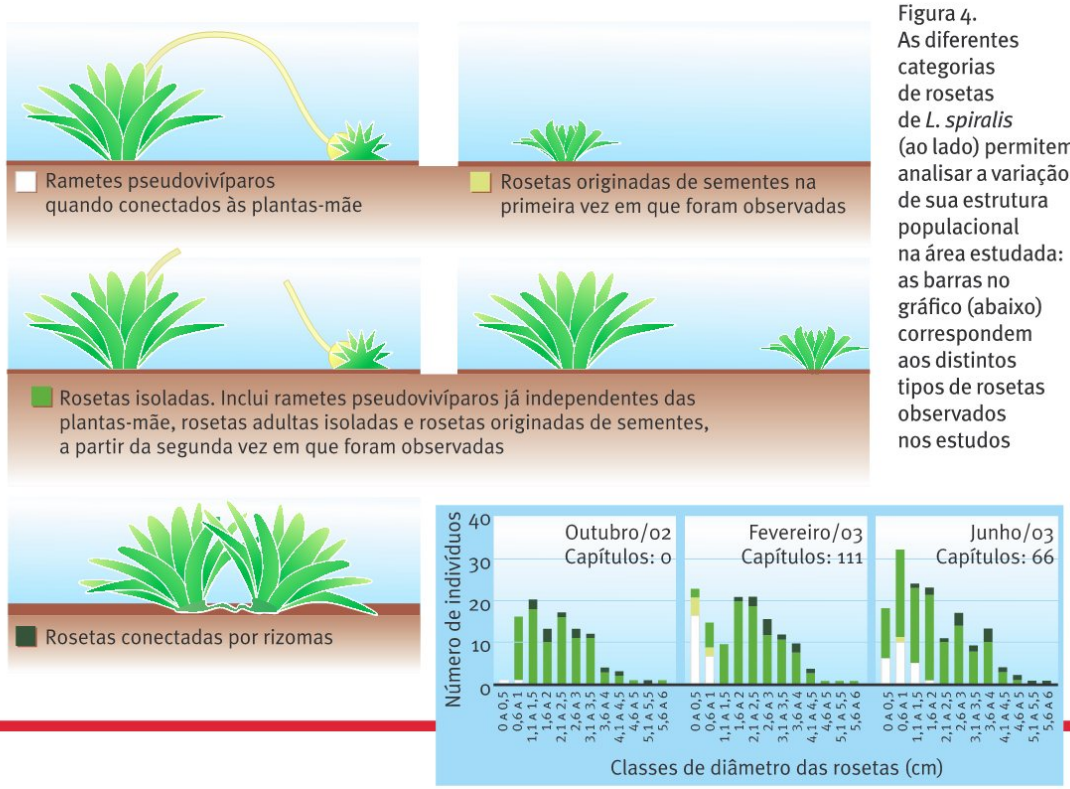


Figura 4. As diferentes categorias de rosetas de *L. spiralis* (ao lado) permitem analisar a variação de sua estrutura populacional na área estudada: as barras no gráfico (abaixo) correspondem aos distintos tipos de rosetas observados nos estudos

propagação é rara e foi observada, entre as plantas que produzem frutos, apenas em 50 espécies. No gênero *Leiothrix*, porém, é bem difundida.

As duas formas de propagação clonal são cruciais para o sucesso reprodutivo dessa planta. Os rizomas, por serem órgãos de reserva, aumentam a longevidade e a sobrevivência dos indivíduos. Além disso, essas conexões permanentes permitem a redistribuição, para outras rosetas, inclusive aquelas ainda em formação, de nutrientes e água das unidades que estão morrendo. Isso é vantajoso nos campos rupestres, onde os recursos são escassos e distribuídos de modo variado no tempo e no espaço. Pelo menos nos estágios iniciais de desenvolvimento, a conexão entre os novos clones e a planta-mãe, existente nos dois mecanismos clonais (através de rizomas e de hastes), representa uma grande vantagem. Ela capacita as 'filhas' a se desenvolverem com rapidez, aproveitando o breve período favorável ao seu estabelecimento representado pela estação chuvosa, com solo macio e úmido (ver 'Ciclo vital').

Três fatos constatados na região confirmam que os clones pseudovivíparos conectados à planta-mãe têm maiores chances de sobrevivência. Em primeiro lugar, 60% dos indivíduos que morreram durante a estação seca eram pequenos e isolados. Além disso,

nenhum clone morreu enquanto estava conectado à 'mãe'. Finalmente, a sobrevivência das rosetas que permanecem ligadas à 'mãe' por mais de um mês após a brotação é duas vezes maior que a daquelas que se tornam independentes já no primeiro mês de vida, pelo rompimento precoce das hastes florais ou por terem nascido de sementes. A maior longevidade em função do maior tempo de conexão à planta-mãe e a sobrevivência de todos os brotos conectados indicam que os clones pseudovivíparos dependem, no início de sua vida, dessa ligação à 'mãe', através da qual possivelmente recebem nutrientes e/ou água.

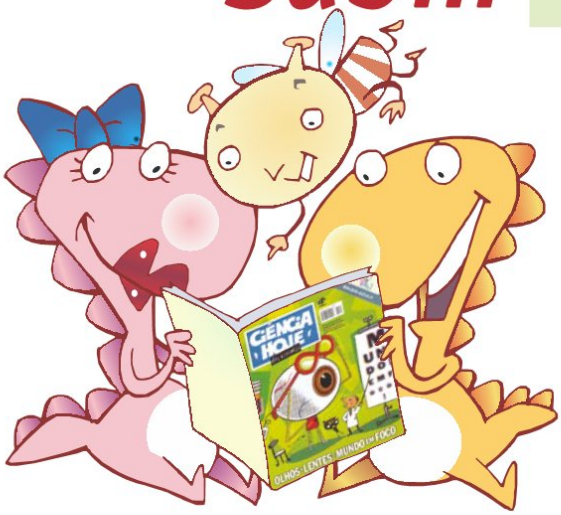
Embora a taxa de mortalidade das rosetas pseudovivíparas seja maior que a das originadas dos rizomas, o primeiro processo tem a vantagem de produzir conexões de baixo custo, por serem aproveitadas também na propagação sexuada. Além disso, cada nova plantinha é capaz de realizar fotossíntese, reduzindo o ônus da sua produção, o que não ocorre com rizomas, que são órgãos subterrâneos. Isso permite a geração de maior número de 'filhas': 56,1% das novas rosetas surgidas no período de um ano eram pseudovivíparas, contra 14,6% originadas de brotamentos de rizomas (as restantes nasceram de sementes ou por pseudoviviparidade, mas tiveram suas conexões rompidas precocemente, o que impediu a detecção de sua origem).

Adaptação ao ambiente árido

Essas estratégias de propagação e sua sincronização com a estação chuvosa ajudam essa espécie não só a sobreviver, mas também a se adaptar muito bem à aridez dos campos rupestres. As soluções apresentadas por muitas espécies para a escassez de nutrientes no solo, o estresse hídrico e a intensa radiação solar dos campos rupestres costumam ser semelhantes. Entre elas estão folhas de tamanho e número reduzidos, cascas espessas, tricomas (estruturas vegetais assemelhadas a pêlos) e órgãos de armazenagem de água e nutrientes bem desenvolvidos. A propagação clonal, com a produção de brotos ligados à planta-mãe e de rápido crescimento, e a sincronização do desenvolvimento com a estação chuvosa são também adaptações compartilhadas por muitas espécies para sobreviver nesse ambiente.

Assim, partindo das informações obtidas de rosetas de *L. spiralis*, foi possível estudar o funcionamento de uma população. Considerando que outras espécies usam estratégias semelhantes, podemos assim conhecer um pouco do funcionamento da comunidade. Mergulhar na intimidade dessas plantas é penetrar nos segredos dos campos rupestres – é entender seus processos, as interações entre espécies e delas com o ambiente, e até a evolução dos seres nessa paisagem desolada. ■

Einstein Pasteur Da Vinci
Sabin Galileu Newton



Eles não liam
Ciência Hoje das Crianças.
Imagine se tivessem lido...

ASSINE 0800-7278999
www.ciencia.org.br

LIMNOLOGIA Capacidade de assimilação de carga orgânica pelo riacho paraibano está comprometida

Purificar o Mussuré

Há cerca de 20 anos, a população do entorno do riacho Mussuré, que corta um trecho importante da área costeira da Paraíba e se integra à bacia do rio Gramame, nadava e pescava em suas águas. Hoje o panorama é outro. No lugar dos peixes, que sumiram de quase todo o riacho, alastra-se uma planta aquática conhecida como aninga, que propicia o desenvolvimento do molusco transmissor da esquistossomose e favorece a disseminação de insetos. Tudo isso porque, com o excesso de esgoto doméstico e de efluentes industriais lançados em suas águas, o riacho se tornou incapaz de assimilar tanta matéria orgânica. Por **Raphael Abrahão, Carmem L. Moreira Gadelha** e **Malva I. Medina Hernandez**, do *Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente* da *Universidade Federal da Paraíba*.

Figura 1. Localização geográfica da bacia do rio Gramame, que abrange a bacia do riacho Mussuré

A concepção de poluição da água por indústrias geralmente está vinculada à presença de substâncias tóxicas na água residual. Mas as características dos efluentes gerados são muito diversas e dependem dos processos realizados em cada estabelecimento. Muitas indústrias, como as têxteis, de alimentos, bebidas, papel, curtume, entre outras, geram efluentes com grande quantidade de matéria orgânica. Se não forem adequadamente tratados, esses efluentes podem pôr em risco o equilíbrio dos ambientes em que forem despejados.

A introdução de grande quantidade de matéria orgânica nos ambientes aquáticos, oriunda de atividades industriais e de esgoto doméstico, está entre as mais graves formas de poluição da água, pois pode levar à redução ou mesmo ao esgotamento do oxigênio nela dissolvido. Isso ocorre porque a matéria orgânica despejada nos corpos hídricos é decomposta por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, conseqüentemente, maior a demanda bioquímica de oxigênio. Assim, a morte de peixes em rios poluídos se deve, na maioria das vezes, à ausência de oxigênio e não à presença de substâncias tóxicas. Tais substâncias não devem ser consideradas, pois, os únicos agentes impactantes dos recursos hídricos.

As indústrias e o riacho

A bacia do riacho Mussuré se insere na bacia do rio Gramame (figura 1), uma das mais importantes da Paraíba, devido sobretudo à presença dos reservatórios de Gramame e Mamuaba, os maiores da região

FOTO CEDIDA PELOS AUTORES

Figura 2. Lançamento de efluente industrial no riacho Mussuré

litorânea do estado. Esses reservatórios, que armazenam quase 57 milhões de m³ de água, são os principais provedores de água para abastecimento público dos municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita (distrito de Várzea Nova).

Em 1967 o governo da Paraíba criou uma série de estímulos para a instalação e operação do distrito industrial de João Pessoa. Tendo seus projetos aprovados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e contando com incentivos fiscais, as indústrias começaram a se instalar na bacia do riacho Mussuré e arredores. Segundo a Companhia de Industrialização do Estado da Paraíba (Cinep), o distrito industrial da capital paraibana abrange atualmente uma área de 646 hectares, onde funcionam 83 empresas. Como a área é cortada pelo riacho Mussuré, este passou a ser, desde o início das atividades industriais, o principal receptor e diluidor dos efluentes líquidos ali gerados. Das 83 indústrias presentes no distrito, 59 lançam seus resíduos nesse riacho (figura 2).

Qualidade da água

O Mussuré tem vazão aproximada de 128,2 l/s no período de estiagem (antes do ponto em que começa a receber os despejos industriais) e, segundo dados da Cinep, a descarga de efluentes que recebe gira em torno de 114 l/s. O potencial poluidor desses rejeitos, em termos de matéria orgânica, é equivalente ao que geraria uma população de mais de 600 mil habitantes. Além disso, há lançamento clandestino de esgoto doméstico no riacho, principalmente nos primeiros quilômetros de seu curso, o que contribui para aumentar os teores de matéria orgânica na água.

No riacho Mussuré estão localizadas, estrategicamente, cinco estações de coleta de água (MS 00, MS 01, MS 01A, MS 02 e MS 03), como mostra a figura 3. Essas estações fazem parte da rede de monitoramento de qualidade de águas superficiais e são operadas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente, que fornece subsídios para ações de controle da poluição causada por efluentes industriais.

Nossa equipe analisou dados de qualidade da água coletados mensalmente entre janeiro de 1998 e dezembro de 2004. Avaliamos os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em razão de sua relação com os teores de matéria orgânica na água. Por meio de análise estatística, verificamos alterações na qualidade da água após os despejos industriais e fizemos comparações com os limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Os corpos hídricos são enquadrados segundo a previsão de uso de suas águas. Como o riacho Mussuré se enquadra na classe 3, supõe-se que suas águas poderiam ser utilizadas para consumo humano (após tratamento convencional ou avançado), irrigação de

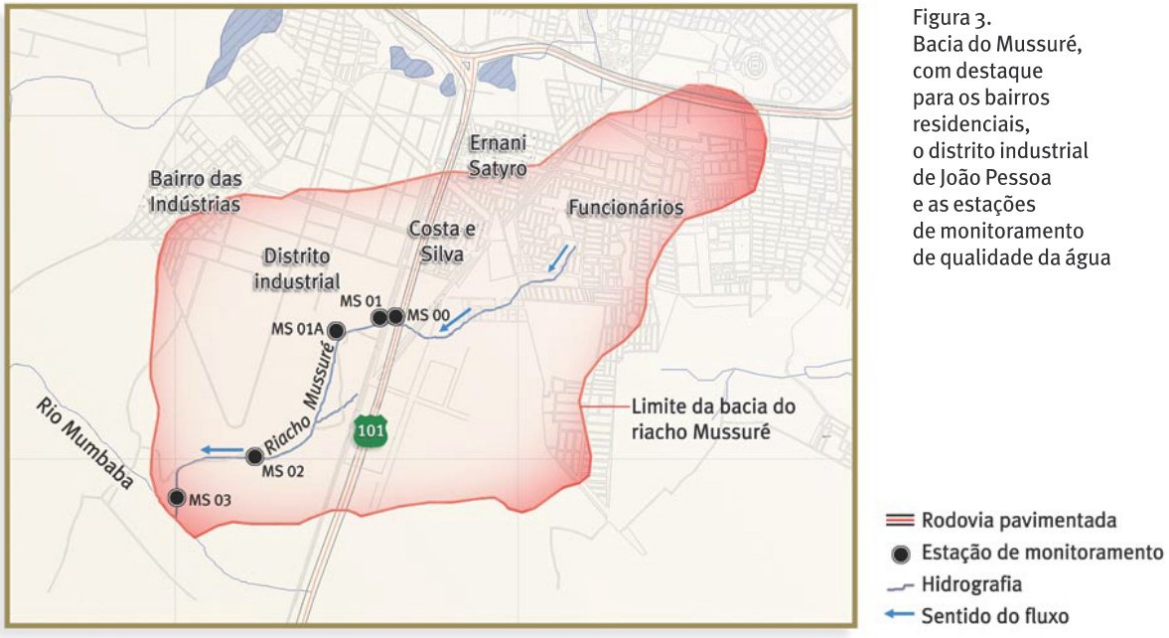


Figura 3. Bacia do Mussuré, com destaque para os bairros residenciais, o distrito industrial de João Pessoa e as estações de monitoramento de qualidade da água

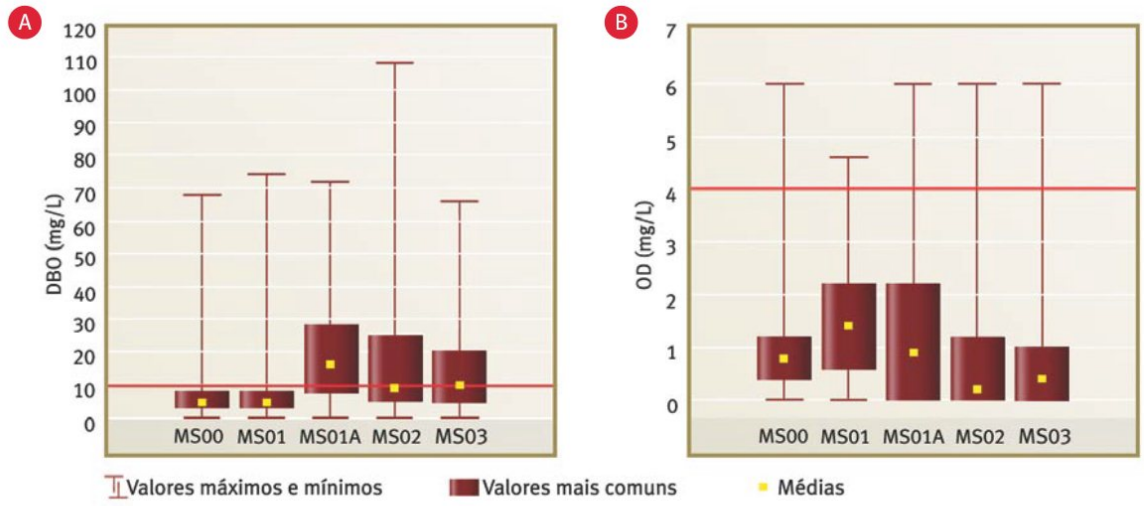


Figura 4. Variação da demanda bioquímica de oxigênio (A) e da concentração de oxigênio dissolvido (B) ao longo do riacho Mussuré nas cinco estações de tratamento

culturas, dessedentação de animais, pesca amadora e recreação de contato secundário.

Os teores de OD na água – um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição por despejos orgânicos – são de fundamental importância para a vida de peixes e invertebrados e, conseqüentemente, para o equilíbrio de todo o ecossistema aquático. Já a DBO de uma amostra de água diz respeito à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável. A DBO, que é uma forma indireta de medição da quantidade de matéria orgânica presente na água, é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumida durante determinado período.

A figura 4 apresenta os resultados encontrados para DBO e OD no riacho Mussuré. Foram verificadas diferenças significativas entre as estações de coleta para as duas variáveis, segundo o lançamento de um volume maior ou menor de efluentes industriais.

Em figura 4A, percebe-se que ao menos 50% dos valores encontrados nas estações MS 00 e MS 01 estão dentro dos limites impostos pelo Conama (até 10 mg/l) para um curso d'água classe 3 (valores das médias). Isso ocorreu mesmo estando as estações localizadas a jusante de lançamentos de esgotos domésticos e de efluentes de algumas indústrias. A quantidade de matéria orgânica lançada até essas estações (oriunda principalmente de esgoto doméstico) não prejudica, pois, os usos previstos para as águas do riacho. Mas na estação MS 01A encontrou-se média de 16 mg/l, devido à grande quantidade de efluentes industriais lançados a montante desse ponto. Após a estação MS 01A, os valores de DBO caem gradualmente (mesmo com a presença de outros lançamentos). Mas, embora os valores das médias nas duas últimas estações (DBO = 9,20 mg/l em MS 02; DBO = 9,60 mg/l em MS 03) estejam dentro dos limites impostos pela legislação, houve grande oscilação nos dados, sobretudo na estação MS 02 (mínimo de 0,00 mg/l e máximo de 108,00 mg/l).

A introdução de matéria orgânica em um curso de água resulta, indiretamente, como já dito, no consumo de OD. Nas águas do Mussuré, as concentrações de

Figura 5. Leito do riacho Mussuré, dominado por macrófitas aquáticas

FOTOS CEDIDA PELOS AUTORES

OD estão muito abaixo do limite estabelecido pelo Conama (pelo menos 4 mg/l), ao longo de todo o riacho (figura 4B). Com relação aos valores mínimo e máximo de OD, os dados mostraram oscilações entre 0 mg/l e 6 mg/l. Mas as médias de todas as estações se encontram abaixo de 1,5 mg/l.

O trecho do riacho Mussuré onde a concentração de OD é crítica, isto é, apresenta os menores valores, está nas imediações da estação MS 02 (média de 0,2 mg/l). Como se vê na figura 4A, a DBO cai consideravelmente nesse trecho (de 16 mg/l, na estação MS 01A, para 9,2 mg/l na MS 02). Pode-se inferir que a estabilização da grande quantidade de matéria orgânica detectada em MS 01A resulta no maior consumo do oxigênio dissolvido pelas bactérias decompositoras, levando à situação apresentada a jusante, na estação MS 02. Esses baixos teores de OD na água atingem toda a comunidade aquática, e cada redução nos teores de OD é seletiva para determinadas espécies. A maioria das espécies de peixes, por exemplo, não sobrevive em ambiente cujo teor de OD seja inferior a 3 mg/l.

Figura 6.
Um trecho do leito do riacho Mussuré, coberto pela planta aquática aninga: situação crítica

Fuga dos peixes

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a capacidade de assimilação da carga orgânica (ou capacidade de autodepuração) pelo riacho Mussuré está comprometida. Para isso certamente têm contribuído a baixa vazão do riacho e a grande quantidade de poluentes nele lançada. A capacidade de autodepuração de um corpo hídrico pode ser prejudicada pelas substâncias presentes nos efluentes industriais, uma vez que elas têm ação tóxica sobre os microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica.

A situação que identificamos não é uma exclusividade do riacho Mussuré. Em nome do crescimento econômico imediato, propiciado pelo 'desenvolvimento industrial' de uma região, rios e riachos recebem diariamente um volume de efluentes incompatível com suas vazões.

O Mussuré já foi fonte de alimento para muitos ribeirinhos, que encontravam grande quantidade e variedade de peixes em suas águas. Hoje, os baixos teores de oxigênio dissolvido impedem a sobrevivência de peixes ao longo de praticamente todo o riacho. Além disso, a grande quantidade de matéria orgânica propiciou a expansão desenfreada de macrófitas aquáticas, principalmente da espécie *Montrichardia linifera*, conhecida popularmente como aninga. A jusante da estação MS 01A, o leito do riacho Mussuré encontra-se dominado por essas macrófitas. Segundo relatos da população ribeirinha, há aproximadamente duas décadas a área estava livre desses vegetais, sendo possível nadar e pescar em áreas hoje completamente alteradas, como mostram as figuras 5 e 6. A grande concentração de *M. linifera* facilita o desenvolvimento de moluscos como os planorbídeos (que transmitem a esquistossomose) e favorecem a disseminação da malária e outras doenças transmitidas por mosquitos, já que ambientes aquáticos pequenos e protegidos são ideais para a reprodução desses insetos.

Estudos realizados na Universidade Federal da Paraíba indicam que em 2010 o distrito industrial de João Pessoa deverá abrigar duas vezes o número de indústrias que ali funcionam hoje. O provável receptor dos efluentes líquidos da maioria dessas indústrias será o riacho Mussuré. Infere-se, portanto, que a carga de poluentes que ele irá receber será ainda maior com o crescimento industrial da área.

Dar destinação final adequada a efluentes industriais é um dos mais complexos problemas da atualidade. Por isso, é importante que a implantação de novas indústrias seja feita de forma planejada, priorizando o tratamento dos efluentes e levando em conta fatores como vazão dos cursos hídricos, clima e presença de outras atividades poluentes. Assim, os impactos podem ser previsíveis e controláveis, possibilitando a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. ■

ECOLOGIA Estudo revela pela primeira vez aspectos da vida do misterioso *Chironectes minimus*

O gambá que inventou o submarino

O gambá-d'água, único marsupial de hábitos aquáticos, é um animal muito peculiar, com uma extraordinária coleção de adaptações. Embora suas peculiaridades tenham despertado interesse científico, a dificuldade em capturar esse animal fez com que, até recentemente, sua ecologia permanecesse desconhecida. Agora, graças a um novo método de estudo, os mistérios da vida do gambá-d'água começam a ser desvendados. Os primeiros resultados indicam que a espécie depende, em alto grau, da existência de trechos bem conservados nos rios, o que pode representar uma grave ameaça à sua conservação. Por **Fernando A. S. Fernandez**, **Maron Galliez** e **Melina S. Leite**, do *Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações* (*Departamento de Ecologia*) da *Universidade Federal do Rio de Janeiro*.

Dizem os livros de história que os primeiros submarinos foram usados na guerra civil norte-americana, entre 1861 e 1865. Muitos identificam mais a origem do submarino com o escritor francês Júlio Verne (1828-1905) e seu visionário romance *Vinte mil léguas submarinas*. No entanto, milhões de anos antes de qualquer ser humano sequer imaginar um submarino, gambás pequeninos já viajavam sob a água, respirando oxigênio dentro de uma câmara estanque. Isso ainda acontece em vários países das Américas, inclusive o Brasil, em muitos rios: filhotes do gambá-d'água (*Chironectes minimus*) a cada dia fazem passeios subaquáticos dentro da bolsa marsupial de suas mães, protegidos por uma prega de pele que fecha a entrada do marsúpio, impedindo a entrada de água, e respirando o ar armazenado ali dentro.

C. minimus é o único marsupial semi-aquático do mundo. Quando se fala em marsupiais, a maioria das pessoas pensa logo na Austrália, com os seus cangurus e coalas, entre outros. O Brasil, porém, possui uma rica fauna de marsupiais, com cerca de 50 espécies, das quais as mais conhecidas são os gambás comuns (do gênero *Didelphis*). *C. minimus* é conhecido no Brasil pelos nomes populares de gambá-d'água ou cuíca-d'água. O nome científico quer dizer "o menor dos que nadam com as mãos" (já que *chiros* significa 'mão', *nectes* 'nadador' e *minimus* 'menor').

O gambá-d'água ocorre na mata atlântica e em áreas da Amazônia e da América Central, habitando rios de montanha. Embora a espécie não conste como ameaçada na Lista Vermelha da União Internacional pela Conservação da Natureza, é considerada 'em

Figura 1. Gambá-d'água (*Chironectes minimus*) no rio Dona Rosa, que integra a bacia do rio São João, no estado do Rio de Janeiro

FOTOS DO LABORATÓRIO DE ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE POPULAÇÕES (UFRJ)

perigo' em várias partes de sua distribuição geográfica. No Brasil, por exemplo, a espécie está incluída nas listas oficiais de fauna ameaçada dos estados de Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. *C. minimus* não é grande: pode alcançar cerca de 800 g de peso, um pouco menos que o gambá comum. É um animal de hábitos noturnos e sua pelagem é muito bonita, com alternância de manchas cinza-claro e cinza-escuro no dorso.

Adaptações especiais

Embora seja quase desconhecido do grande público, o gambá-d'água tem uma série de características únicas e surpreendentes, que o tornam uma das espécies mais curiosas da fauna brasileira. Esse animal forma, com as lontras, um extraordinário exemplo de convergência evolutiva – fenômeno que acontece quando animais de linhagens muito diferentes, ou seja, não aparentados uns com os outros, evoluem de maneira parecida, adquirindo formas muito similares. As lontras são mamíferos com placenta, como nós. São classificadas na ordem Carnivora, a mesma dos cachorros, gatos e ursos. Já os gambás-d'água, como vimos, são marsupiais, parentes muito mais próximos dos cangurus do que das lontras. No entanto, *C. minimus* e as lontras têm grandes similaridades, tanto na morfologia como no modo de vida. Isso explica por que o nome da espécie é *minimus*, embora seja a única do gênero *Chironectes*. Ao ser descrito, em 1780, o gambá-d'água foi colocado no mesmo gênero das lontras (*Lutra*) e ganhou o nome de *Lutra minima* (ou seja, 'a menor das lontras'). Só após a descoberta de que aquela pequena 'lontra' era na verdade um marsupial, o animal foi transferido para o gênero novo *Chironectes*.

A coleção de adaptações do gambá-d'água é espantosa. Assim como as lontras, ele tem membranas extremamente desenvolvidas entre os dedos das patas traseiras, que parecem verdadeiros pés-de-pato e aumentam sua eficiência como nadador. As patas dianteiras são, porém, totalmente diferentes das traseiras e ainda mais especiais e fascinantes. Saltam aos olhos os longos dedos sem membranas, semelhantes aos de um primata, que servem para segurar as presas que o animal obtém nos rios. *C. minimus* é também um dos raros mamíferos a ter seis dedos na pata dianteira, assim como o panda. No gambá-d'água, o sexto dedo vem de um osso do pulso que evoluiu na forma de um polegar opositor, o que permite segurar objetos com maior firmeza (como a mão humana).

Se passarmos das patas para o sistema reprodutivo, mais surpresas nos aguardam. O gambá-d'água é o único marsupial do mundo em que os machos também têm bolsa! No macho, a bolsa serve para proteger os testículos do frio da água. Já na fêmea, a bolsa tem a prega de pele impermeável já mencionada. Isso permite à fêmea mergulhar na água com os filhotes dentro da bolsa, respirando o ar ali retido. O gambá-d'água tem ainda um cérebro muito grande em relação ao tamanho de seu corpo, quando comparado com os outros marsupiais, e vibrissas (aqueles pêlos longos em volta do focinho) muito desenvolvidas, o que sugere tratar-se de um animal inteligente e com sofisticado sistema sensorial.

Sabe-se bem pouco sobre a ecologia do gambá-d'água, um animal difícil de ser visto por causa de seus hábitos noturnos e aquáticos. As informações disponíveis na literatura são relatos esparsos sobre um ou dois indivíduos capturados acidentalmente em estudos com outros fins, ou escassas observações visuais. Os poucos dados disponíveis indicam os rios de montanha, com mata ciliar presente, como seu hábitat, e peixes e crustáceos (camarões e caranguejos) de água doce como seus principais alimentos. Não há informações sobre que extensão de rio cada indivíduo utiliza e necessita, nem sobre o tamanho de suas populações (quantos gambás-d'água vivem em cada lugar) ou sobre o estado de conservação das populações remanescentes. Quase nada se conhece sobre sua reprodução.

Informações inéditas

Como é possível conhecer tão pouco a respeito de um animal tão interessante? O principal problema para o estudo de *C. minimus* é que este raramente é capturado com os métodos usados tradicionalmente (em geral, armadilhas providas de iscas) em estudos de pequenos mamíferos. Para contornar essa dificuldade, um método de captura específico para o gambá-d'água foi desenvolvido, em Santa Catarina, pelo biólogo Vinícius Bressiani, e aperfeiçoado

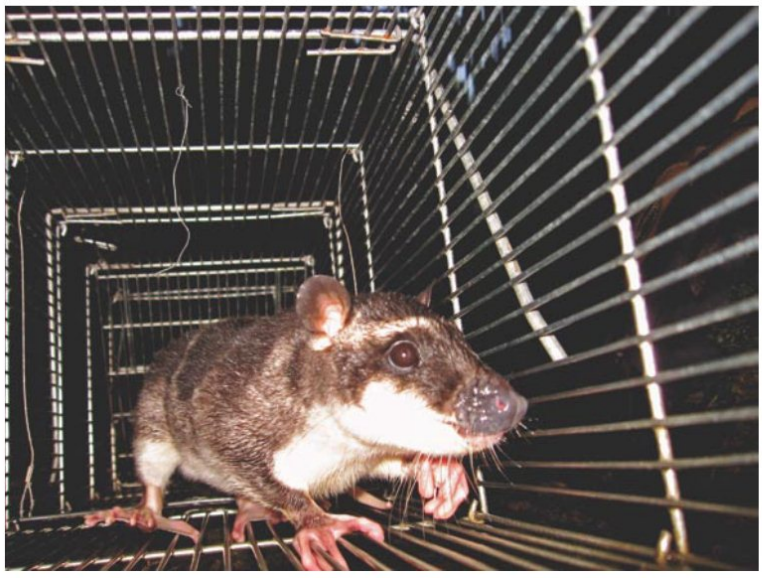


Figura 2. Gambá-d'água saindo de uma das armadilhas utilizadas para a sua captura

Figura 3. Em sua pata dianteira, o gambá-d'água tem cinco dedos semelhantes aos dos primatas e um sexto 'dedo' (indicado pela seta), com a função de opositor, formado a partir de um osso do pulso

neste estudo: armadilhas de duas portas, sem iscas, são colocadas em locais de passagem da água em trechos represados com troncos e pedras do rio. O animal passa por dentro da armadilha e pressiona um pedal, fechando-a.

Usando este método, o Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações (LECP) da Universidade Federal do Rio de Janeiro vem desenvolvendo, desde 2004, estudos ecológicos sobre o gambá-d'água na bacia do rio São João, em Silva Jardim (RJ). Uma marcação individual (brinco numerado) é feita nos gambás-d'água capturados e são verificados seu sexo, idade (através do padrão de erupção dentária), condição reprodutiva e medidas corporais. Após a captura de indivíduos adultos, outra técnica entra em cena: a radiotelemetria. Um pequeno transmissor de ondas de rádio preso a um colar é colocado no animal, o que permite acompanhar a distância (com um receptor e uma antena) seus deslocamentos noturnos.

Em dois anos de trabalho de campo, o LECP realizou 47 capturas de 21 indivíduos adultos de gambá-d'água, além de 180 localizações por radiotelemetria. Pode não parecer muito, mas é a maior base de dados já obtida sobre essa espécie. As capturas e localizações forneceram informações inéditas e valiosas sobre *C. minimus*. Duas fêmeas capturadas tinham três filhotes cada uma, protegidos em suas bolsas marsupiais. O monitoramento dos animais por radiotelemetria mostrou que, na bacia do rio São João, cada gambá-d'água utiliza entre 800 e 3.800 m de extensão de rio. Essas extensões são muito maiores que as usadas por outros mamíferos semiaquáticos de peso semelhante, como o rato-d'água (*Nectomys squamipes*). Os machos do gambá-d'água não se mostraram territorialistas e utilizaram maiores extensões de rio do que as fêmeas. Ainda não foi possível determinar se as fêmeas são territoriais, como observado em outras espécies de marsupiais.

Figura 4. A pata traseira do gambá-d'água apresenta grandes membranas entre os dedos, o que facilita a natação para esse surpreendente animal

O gambá-d'água se protege durante o dia em tocas localizadas na encosta do rio, com entradas ocultas entre raízes de árvores e pedras. Uma constatação surpreendente foi a presença simultânea, na mesma toca, de mais de um indivíduo. Utilização coletiva de tocas ou abrigos nunca havia sido descrita antes para qualquer marsupial neotropical.

Na bacia do rio São João, o gambá-d'água ocorre principalmente em rios bem preservados, o que pode ser um risco para sua preservação. A presença de mata ciliar, fundo pedregoso e águas correntes são características cada vez mais raras nos rios da mata atlântica. A retirada da vegetação marginal pode ter várias conseqüências prejudiciais para o gambá-d'água, entre elas a destruição de suas tocas. Além disso, a mata ciliar impede o excessivo despejo de sedimentos no leito do rio, o que altera o substrato e a fauna aquática (afetando a alimentação de *C. minimus*). A espécie também é ameaçada pela poluição da água e pela introdução de peixes e crustáceos exóticos, outra possível fonte de alterações na fauna aquática local. Outro problema é a alteração do hábitat através da criação de barragens artificiais, que pode transformar trechos do rio com águas correntes em áreas de remanso, o que modifica drasticamente o hábitat do gambá-d'água. Observamos, em nosso estudo, que a espécie consegue passar por barragens de poucos metros de altura, mas a construção de grandes estruturas pode prejudicar a movimentação do animal, dividindo suas populações e aumentando seu risco de extinção.

As informações sobre a ecologia do gambá-d'água nos permitem supor que se trata de uma excelente espécie indicadora do estado de conservação de rios de montanha. A presença do animal indicaria que um rio está bem conservado, enquanto sua ausência revelaria a degradação desse ambiente. Além disso, seus aspectos curiosos, ainda desconhecidos pelo público, permitem que *C. minimus* tenha outro papel: o de espécie-bandeira, ou seja, uma espécie carismática que pode ajudar a motivar a conservação de seu hábitat, os rios de montanha – importantes também para toda uma rica variedade de outras espécies. ■

Grande relevância

Gostaria de parabenizar a redação da revista, uma vez que os temas abordados estão muito interessantes e são de relevância muito grande. Sou professor de geografia e tenho observado os assuntos de cada edição, a exemplo da questão da transposição do rio São Francisco (*CH* 217, de julho de 2005) e da situação dos manguezais (*CH* 229, de agosto de 2006), temas que caíram em muitos vestibulares e mesmo no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) de 2005 (rio São Francisco). Alguns alunos do ensino médio já me perguntaram se eu ganho dinheiro para divulgar a revista. Tenho certeza de que, pela seriedade da produção, a revista contribui muito para o processo de ensino-aprendizagem dos alunos do ensino médio das escolas do nosso país e lamento o fato de muitos estudantes não terem o acesso a informações precisas e tão bem construídas.

Lucas Marconi Tavares Pinheiro
Jequié, BA

Milípedes e centopéias

Gostaria de comentar a nota publicada pela revista de julho de 2006 (*CH* 228, p. 11) sobre um milípede. No texto, está escrito que os milípedes são também conhecidos como centopéias e como lacraias (em algumas regiões do Brasil). Na realidade, houve um equívoco. Lacraias e centopéias fazem parte, assim os milípedes, do grupo Myriapoda, mas as duas primeiras pertencem à classe Chilopoda, enquanto os milípedes pertencem a uma classe distinta, Diplopoda. Assim, no Brasil, os diplópodos são conhecidos pelos nomes de milípede, piolho-de-cobra, embuá, gongolo, caramuji etc., mas não são centopéias ou lacraias. Embora pareçam semelhantes, são grupos bastante distintos, e a principal diferença entre eles é a configuração dos segmentos: nos milípedes, os segmentos se fundem dois a dois, o que não ocorre nas centopéias (Chilopoda).

Carmem S. Fontanetti Christofoletti
Departamento de Biologia, Unesp/Rio Claro, SP

✉ *A leitora está correta. A semelhança entre os dois grupos, porém, faz com que sejam confundidos por parte da população. Cabe dizer que as espécies de centopéias (ou lacraias) somam cerca de 3.200, e não 10 mil – esse é o número aproximado de espécies de piolhos-de-cobra (ou milípedes).*

O primeiro passo

Sou bolsista do CNPq e parabenizo essa instituição e também o Instituto Ciência Hoje e a SBPC pela idéia de proporcionar aos bolsistas a assinatura de um ano da *CH*. Acredito que o incentivo à pesquisa e em conseqüência ao conhecimento é o primeiro passo dado por qualquer país que almeje independência tecnológica e crescimento econômico consciente.

Dávia Talgatti
Pelotas, RS

Apoio às aulas

Sou bolsista CNPq na UFRJ e fiquei muito contente por ter recebido uma edição da *CH* hoje em minha casa. (...) Adoro essa revista e a utilizo muito em minhas aulas. Eu já a lia antes de recebê-la gratuitamente e sempre gostei do seu conteúdo.

Samira Tavares
Rio de Janeiro, RJ

O que é efeito estufa

Tenho uma correção a fazer sobre o artigo 'A vazante na Amazônia e o aquecimento global' (*CH* 231). O aquecimento global não é o 'efeito estufa'. O 'efeito estufa' é um fenômeno natural sem o qual a temperatura média da Terra seria muito inferior. O que está acontecendo é uma intensificação do efeito estufa, que leva ao aquecimento global.

Rodrigo José Bombardi.
Departamento de Ciências Atmosféricas, USP
São Paulo, SP

✉ *De fato, o aquecimento global é a intensificação do efeito estufa natural. No entanto, como há algum tempo os dois termos vêm sendo utilizados como equivalentes pela mídia em geral, seu emprego dessa forma em um artigo de divulgação científica facilita a sua compreensão pelos leitores.*

Leitora honrada

Gostaria de dizer que fiquei muito honrada e surpresa ao receber a *CH*, pois sei da importância dela no âmbito da pesquisa científica. Fiquei mais feliz ainda por perceber, através desse fato, a importância de estar sempre antenada com o mundo da ciência!

Daniela Souza
Por correio eletrônico

Maconha e gravidez

Sou acadêmica de enfermagem da Universidade Federal de Pelotas e, sendo bolsista de iniciação científica, tenho o privilégio de receber a *CH* e atualizar-me sobre o que acontece em nosso mundo. Parabenizo a revista pela nota sobre 'Maconha, moderadores e gravidez' (*CH* 230, p. 15), pois como sou bolsista da área de saúde mental sei o quanto a maconha traz malefícios, principalmente às gestantes e, claro, ao feto. Com o crescente uso dessa droga, principalmente em jovens, se faz necessário publicar matérias como esta.

Ana Paula Giacomeli Tavares
Pelotas, RS

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

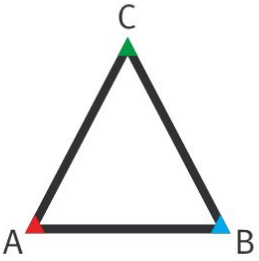
Pintando o sete

Marco Moriconi

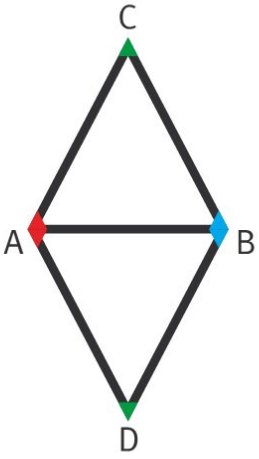
Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense
moriconi@cienciahoje.org.br

Imagine que você tenha uma folha de papel enorme e uma quantidade de tinta ilimitada. O jogo é o seguinte: escolha certo número de cores e pinte a folha como você quiser. Pergunta: será possível pintá-la de modo que não existam dois pontos da mesma cor separados por uma dada distância, por exemplo, um metro?

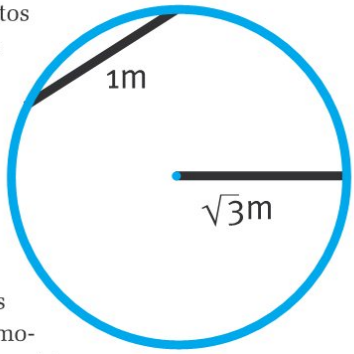
Vamos atacar esse problema aos poucos. Primeiro, considere o caso em que você tem apenas uma cor à sua disposição. Não tem muita graça, dirá você, porque, como todos os pontos têm a mesma cor, dois deles separados por uma distância de 1 m serão, necessariamente, da mesma cor. Conclusão: esse caso realmente não tem graça...



Então, considere duas cores: azul e vermelho, por exemplo. Agora, já não é tão simples. Suponha que seja possível pintar a folha com duas cores de forma que dois pontos a 1 m um do outro não tenham a mesma cor. Construa um triângulo eqüilátero com 1 m de lado e chame os vértices de A, B e C. Como os vértices A e B estão separados por 1 m, eles devem ter cores diferentes – por exemplo, A é azul e B é vermelho. Mas, então, se o vértice C for azul, ele dista 1 m de outro ponto azul, ou seja, do vértice A. E, se for vermelho, está a 1 m de outro vértice vermelho, o B. Bingo!



Conclusão: não podemos pintar o plano – em nosso caso representado pela enorme folha de papel – com duas cores de forma que não existam dois pontos da mesma cor separados por uma dada distância (para nós, 1 m).



Passemos para três cores: azul, vermelho e verde. Agora, o argumento anterior não se aplica, pois um triângulo eqüilátero pode ter vértices de cores diferentes. Por um momento, parece tudo perdido... Mas espere! O que provamos nos parágrafos acima foi que, em um triângulo eqüilátero, os três vértices devem necessariamente ser pintados com cores diferentes para satisfazer o objetivo deste jogo.

Mas veja o que acontece quando construímos um outro triângulo 'refletido' (figura 1). Os vértices C e D têm que necessariamente ter a mesma cor, pois esta deve ser diferente das duas com que pintamos A e B. Isso mostra que dois pontos nesse plano separados por $\sqrt{3}$ m – ou seja, pelo comprimento equivalente a duas alturas de nossos triângulos eqüiláteros com 1 m de lado – têm a mesma cor.

Bem, não era exatamente o que queríamos mostrar, mas, com o argumento do triângulo 'refletido', obtivemos uma regra geral: todos os pontos separados por $\sqrt{3}$ m devem necessariamente ter a mesma cor. Com base nesse resultado, empregaremos outro argumento: trace uma circunferência de raio $\sqrt{3}$ m com centro em um ponto qualquer do plano. Os pontos dessa circunferência terão de necessariamente ter a mesma cor do ponto central, pois estarão separados deste por $\sqrt{3}$ m. Agora, o arremate final: é possível encontrar dois pontos dessa circunferência que estejam separados por 1 m! (figura 2).

Conclusão: não é possível pintar um plano com três cores de forma que não existam dois pontos da mesma cor separados por uma dada distância.

Agora que a coisa ficou mais interessante, passemos para quatro cores! Bem... a coluna ficou curta. Curioso em saber a resposta? Este colunista também! Na verdade, ninguém sabe! Não se sabe se é possível pintar o plano com quatro, cinco ou seis cores satisfazendo nossa condição. Mas para sete se sabe... ■

DESAFIO

Pinte o plano com sete cores de forma que não existam dois pontos da mesma cor a 1 m um do outro.

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Remover ou adicionar qualquer ponte torna possível dar um passeio pelas pontes, atravessando-as uma e apenas uma só vez. Isso é resultado do teorema de Euler, que mostraremos na coluna do mês que vem.

volume 39

ENTREVISTAS E PERFIS

Shuji Nakamura (entrevista). O novo Edison. Cássio L. Vieira, p. 6, nº 229.

Lisa Randall (entrevista). Muito além das três dimensões. Fred Furtado e Cássio L. Vieira, , p. 6, nº 230.

Setembrino Petri (perfil). O caçador de microfósseis. Renata L. L. Hidalgo, William Sallun Filho e Vera R. Costa, p. 66, nº 230.

Saskia Sassen (entrevista). Um novo conceito de nação. Carlos Medeiros e Fred Furtado. P. 6, nº 231.

Chintamani N. R. Rao (entrevista). Ciência para o desenvolvimento. Por Mariana Ferraz, p. 8, nº 232.

Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática. Por Sheila Kaplan, Alfredo O. de Almeida, Antonio A. P. Videira, Benar F. Svaiter e Cássio L. Vieira, p. 58, nº 232.

Oriol Bohigas (entrevista). Caos, ciência e sociedade. Por Raúl O. Vallejos e Cássio L. Vieira, p. 6, nº 233.

Monica Grady (entrevista). Sob o mesmo céu. Fred Furtado e Ivan Oliveira, p. 6, nº 234.

RESENHAS

Uma biologia autônoma. Rogério P. Martins, p. 75, nº 229. Resenha do livro *Biologia, ciência única*, de Ernst Mayr.

De volta para o passado? Reinaldo Gonçalves, p. 74, nº 230. Resenha do livro *Glob(AL) – Biopoder e lutas em uma América Latina globalizada*, de Antonio Negri e Giuseppe Cocco.

Gilberto Freyre, da Inglaterra. Fernanda A. Peixoto, p. 74, nº 231. Resenha do livro *Gilberto Freyre, um vitoriano dos trópicos*, de Maria Lúcia Garcia Palhares-Burke.

Nadando em águas vizinhas. Lilia M. Schwarcz, p. 64, nº 232. Resenha do livro *História e cultura – Apologias a Tucídides*, de Marshall Sahlins

Clássico do pensar medieval. Danilo Marcondes, p. 77, nº 233. Resenha do livro *Lógica para principiantes*, de Pedro Abelardo.

Fatos e fotos do Museu Goeldi. Raymundo H. Maués, p. 60, nº 234. Resenha do livro *As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi*, de Luís Carlos Bassalo Crispino, Vera Burlamaqui Bastos e Peter Mann de Toledo.

ARTIGOS

(Aeronáutica) As imagens de Santos Dumont. Henrique L. de Barros, p. 38, nº 233.

Ambulantes e camelôs: passado e presente. Rosa M. E. Coutrim, p. 24, nº 234.

(Anomalias de lateralidade) Por que o coração fica do lado esquerdo do peito? Por Silvia D. Cangussú e Gregory T. Kitten, p. 36, nº 234.

(Antropologia) Uma plantinha venenosa. Carlos Fausto, p. 36, nº 231.

(Bioética) Experimentação com animais: Uma polêmica sobre o trabalho científico. Maria J. M. Alves e Walter Colli, p. 24, nº 231.

(Biologia) A vida nas 'pontas' dos cromossomos. Maria I. N. Cano, p. 16, nº 229.

(Biologia do desenvolvimento) Por que o coração fica do lado esquerdo do peito? Por Silvia D. Cangussú e Gregory T. Kitten, p. 36, nº 234.

(Bioquímica) Carboidratos: de adoçantes a medicamentos. Vitor H. Pomin e Paulo A. S. Mourão, p. 24, nº 233.

(Bioquímica) Motores moleculares. Por Hugo C. S. Melo, Rogério F. Lacerda, Decivaldo dos S. Dias e Gabriel C. N. da Cruz, p. 26, nº 230.

(Botânica) O pau-brasil e a música. Veronica Angyalossy, Erika Amano e Edenise S. Alves, p. 40, nº 232.

Camelôs: passado e presente, Ambulantes e. Rosa M. E. Coutrim, p. 24, nº 234.

Campo geomagnético: surpresas em curto e longo prazos, O. Andrés R. R. Papa e Cosme F. Ponte-Neto, p. 18, nº 230.

Carboidratos: de adoçantes a medicamentos. Vitor H. Pomin e Paulo A. S. Mourão, p. 24, nº 233.

(Ciência política) A Ordem dos Advogados do Brasil: entre a corporação e a instituição. Marly Motta, p. 32, nº 233.

Científico, Experimentação com animais: Uma polêmica sobre o trabalho. Maria J. M. Alves e Walter Colli, p. 24, nº 231.

(Citologia) Motores moleculares. Por Hugo C. S. Melo, Rogério F. Lacerda, Decivaldo dos S. Dias e Gabriel C. N. da Cruz, p. 26, nº 230.

Coração fica do lado esquerdo do peito?, Por que o. Por Silvia D. Cangussú e Gregory T. Kitten, p. 36, nº 234.

Cromossomos, A vida nas 'pontas' dos. Maria I. N. Cano, p. 16, nº 229.

Dinossauros do futuro, Os. Cesar L. Schultz, p. 20, nº 232.

(Direito) A Ordem dos Advogados do Brasil: entre a corporação e a instituição. Marly Motta, p. 32, nº 233.

(Direito espacial) O uso do espaço e o poder das corporações. José Monserrat Filho, p. 30, nº 229.

(Ecologia) Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais. Luiz Drude de Lacerda, Luís P. Maia, Leonardo H. U. Monteiro, Guilherme Marques e Souza, Luiz J. C. Bezerra e Marcelo O. T. de Menezes, p. 24, nº 229.

(Ecologia) Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil. Juliana de A. Vianna, Fabrício R. dos Santos, Miriam Marmontel, Régis P. de Lima, Fábia de O. Luna, Stella M. Lazzarini e Maria J. de Souza, p. 32, nº 230.

(Economia) Setor informal e informalidade no Brasil. Claudio S. Dedecca, p. 18, nº 234.

(Educação) Escola em tempo integral já: quando quantidade é qualidade. Celia L. Kerstenetzky, p. 18, nº 231.

(Energia) Ondas do mar: conhecer para explorar. Valdir Innocentini e Fernando O. Arantes, p. 40, nº 231.

Energia verde. Joaquim F. de Carvalho, p. 28, nº 232.

(Engenharia genética) Mandioca: opção contra a fome: estudos e lições no Brasil e no mundo. Nagib M. A. Nassar, p. 30, nº 231.

(Engenharia genética) Mosquitos transgênicos: possível arma contra a malária. Flávia G. Rodrigues e Luciano A. Moreira, p. 34, nº 232.

Escola em tempo integral já: quando quantidade é qualidade. Celia L. Kerstenetzky, p. 18, nº 231.

Espaço e o poder das corporações, O uso do. José Monserrat Filho, p. 30, nº 229.

Experimentação com animais: Uma polêmica sobre o trabalho científico. Maria J. M. Alves e Walter Colli, p. 24, nº 231.

(Farmacologia) Carboidratos: de adoçantes a medicamentos. Vitor H. Pomin e Paulo A. S. Mourão, p. 24, nº 233.

(Genética) A vida nas 'pontas' dos cromossomos. Maria I. N. Cano, p. 16, nº 229.

(Geofísica) O campo geomagnético: surpresas em curto e longo prazos. Andrés R. R. Papa e Cosme F. Ponte-Neto, p. 18, nº 230.

Imagens de Santos Dumont, As. Henrique L. de Barros, p. 38, nº 233.

Informalidade no Brasil, Setor informal e. Claudio S. Dedecca, p. 18, nº 234.

(Informática) Os dinossauros do futuro. Cesar L. Schultz, p. 20, nº 232.

(Jornada escolar) Escola em tempo integral já: quando quantidade é qualidade. Celia L. Kerstenetzky, p. 18, nº 231.

Malária, Mosquitos transgênicos: possível arma contra a. Flávia G. Rodrigues e Luciano A. Moreira, p. 34, nº 232.

(Mandioca) Uma plantinha venenosa. Carlos Fausto, p. 36, nº 231.

Mandioca: opção contra a fome: estudos e lições no Brasil e no mundo. Nagib M. A. Nassar, p. 30, nº 231.

Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais. Luiz Drude de Lacerda, Luís P. Maia, Leonardo H. U. Monteiro, Guilherme Marques e Souza, Luiz J. C. Bezerra e Marcelo O. T. de Menezes, p. 24, nº 229.

(Melhoramento vegetal) Mandioca: opção contra a fome: estudos e lições no Brasil e no mundo. Nagib M. A. Nassar, p. 30, nº 231.

Mosquitos transgênicos: possível arma contra a malária. Flávia G. Rodrigues e Luciano A. Moreira, p. 34, nº 232.

Motores moleculares. Por Hugo C. S. Melo, Rogério F. Lacerda, Decivaldo dos S. Dias e Gabriel C. N. da Cruz, p. 26, nº 230.

Música, O pau-brasil e a. Veronica Angyalossy, Erika Amano e Edenise S. Alves, p. 40, nº 232.

Nordeste e mudanças ambientais, Manguezais do. Luiz Drude de Lacerda, Luís P. Maia, Leonardo H. U. Monteiro, Guilherme Marques e Souza, Luiz J. C. Bezerra e Marcelo O. T. de Menezes, p. 24, nº 229.

Ondas do mar: conhecer para explorar. Valdir Innocentini e Fernando O. Arantes, p. 40, nº 231.

Ordem dos Advogados do Brasil: entre a corporação e a instituição, A. Marly Motta, p. 32, nº 233.

(Paleontologia) Os dinossauros do futuro. Cesar L. Schultz, p. 20, nº 232.

(Paleonutrição) O que comiam os humanos pré-históricos? Hilton P. Silva e Karl Reinhard, p. 30, nº 234.

Pau-brasil e a música, O. Veronica Angyalossy, Erika Amano e Edenise S. Alves, p. 40, nº 232.

Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil. Juliana de A. Vianna, Fabrício R. dos Santos, Miriam Marmontel, Régis P. de Lima, Fábia de O. Luna, Stella M. Lazzarini e Maria J. de Souza, p. 32, nº 230.

Por que o coração fica do lado esquerdo do peito? Por Silvia D. Cangussú e Gregory T. Kitten, p. 36, nº 234.

Pré-históricos?, O que comiam os humanos. Hilton P. Silva e Karl Reinhard, p. 30, nº 234.

Que comiam os humanos pré-históricos?, O. Hilton P. Silva e Karl Reinhard, p. 30, nº 234.

Santos Dumont, As imagens de. Henrique L. de Barros, p. 38, nº 233.

Setor informal e informalidade no Brasil. Claudio S. Dedecca, p. 18, nº 234.

(Sociologia) Ambulantes e camelôs: passado e presente. Rosa M. E. Coutrim, p. 24, nº 234.

(Tecnologia digital) Os dinossauros do futuro. Cesar L. Schultz, p. 20, nº 232.

(Tecnologia energética) Energia verde. Joaquim F. de Carvalho, p. 28, nº 232.

(Tempestade magnética) O campo geomagnético: surpresas em curto e longo prazo. Andrés R. R. Papa e Cosme F. Ponte-Neto, p. 18, nº 230.

Uma plantinha venenosa. Carlos Fausto, p. 36, nº 231.

Uso do espaço e o poder das corporações, O. José Monserrat Filho, p. 30, nº 229.

Vida nas 'pontas' dos cromossomos, A. Maria I. N. Cano, p. 16, nº 229.

(Zoologia) Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil. Juliana de A. Vianna, Fabrício R. dos Santos, Miriam Marmontel, Régis P. de Lima, Fábia de O. Luna, Stella M. Lazzarini e Maria J. de Souza, p. 32, nº 230.

SEÇÕES

Abacaxi?, Quais as propriedades medicinais do. Patrícia M. P. Thé, p. 4, nº 229.

Acelerador de partículas em meio de propulsão para naves espaciais?, Quais os empecilhos para se transformar um. Ricardo Galvão, p. 5, nº 233.

Aceleradores de partículas? Como funcionam e para que servem os. Ronald C. Shellard, p. 5, nº 229.

(Agronomia) Indústria microbiana. Célio Yano, p. 40, nº 230.

(Agrotecnologia) Secagem econômica. Franciane Lovati, p. 52, nº 234.

Agrotóxico tem alta letalidade. Franciane Lovati, p. 46, nº 234.

ÍNDICE

Água não pega fogo, se é formada por dois elementos combustíveis?, Por que. Jean-Guillaume Eon, p. 5, nº 231.
Águas potiguares: oásis ameaçados. Eneida M. Eskinazi-Sant'Anna, Renata de F. Panosso, José L. de Attayde, Ivaneide A. S. Costa, Claudenice M. Santos, Magnólia F. F. Araújo e Josette L. S. Melo, p. 68, nº 233.
(Aids) Ameaça gaúcha. Mariana Ferraz, p. 47, nº 232.
Alergia, Novos horizontes no combate à. Mariana Ferraz, p. 50, nº 231.
Alerta no ar do Rio de Janeiro. Mariana Ferraz, p. 46, nº 230.
(Algas) Novos antivirais à vista. André Marques, p. 44, nº 230.
Amazônia e o aquecimento global, A vazante na. Philip M. Fearnside, p. 76, nº 231.
Amazônia em 2020, A. Mariana Ferraz, p. 50, nº 234.
Amazônia, O desmatamento insustentável na. Niro Higuchi, p. 67, nº 232.
Amazônia: perigo para a floresta, Guseiras na. Alfredo K. O. Homma, Raimundo N. B. Alves, Antônio J. E. A. de Menezes e Grimoaldo B. de Matos, p. 56, nº 233.
(Amazônia) Uma filária pouco estudada no Brasil. Jansen F. Medeiros, Victor Py-Daniel e Felipe A. C. Pessoa, p. 68, nº 231.
Ameaça gaúcha. Mariana Ferraz, p. 47, nº 232.
(Análise estrutural) Metais com qualidade. Franciane Lovati, p. 49, nº 234.
Análise inovadora. Fernando J. C. de Carvalho, p. 72, nº 233.
Animais silvestres em locais inóspitos e em situações perigosas ou que dificultam a aproximação de pessoas?, Como são feitas as filmagens de. Fernando L. Sicuro, p. 5, nº 230.
Antivirais à vista, Novos. André Marques, p. 44, nº 230.
Antropologia no Brasil, O semeador da. Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006). Roque B. Laraia, p. 60, nº 231.
Araucária, Rotas de migração da. Valdir M. Stefenon, p. 59, nº 230.
(Argand) Falsos, absurdos, imaginários? Tatiana Roque, p. 76, nº 232.
(Arqueologia) Grafismos desvendam passado do Nordeste. Franciane Lovati, p. 46, nº 233.
(Arqueologia) Moedas raras sob uma nova ótica. Rosa M. Mattos, p. 38, nº 230.
Arquitetos da natureza. Ana Paula A. Araújo e Og DeSouza, p. 52, nº 230.
(Arquitetura) Biossegurança e sustentabilidade. Franciane Lovati, p. 42, nº 234.
Asma, Esperança para. Célio Yano, p. 40, nº 229.
(Astrofísica) Ecos de um passado distante. Thyrso Villela e Carlos A. Wuensche, p. 12, nº 233.
(Astrofísica) O 'magnetismo' em torno dos buracos negros. Thaisa Storchi-Bergmann, p. 9, nº 229.
Até que ponto a produção de materiais poliméricos vai ser afetada com o término das reservas de petróleo? Marysilvia Ferreira, p. 6, nº 232.
Atrás do pão de cada dia. Angelita S. Coelho, José Eugênio C. Figueira e Túlio D. Oliveira, p. 68, nº 229.
Bactéria letal na mira. Fred Furtado, p. 41, nº 234.
(Bagres) Da foz do Amazonas aos Andes. Adriana R. Carvalho e Nídia N. Fabré, p. 64, nº 233.
Banqueiro dos pobres, O. Paul Singer, p. 18, nº 233.
(Batata-palha) A vilã das gorduras. Ivan Sebben, p. 46, nº 229.
Bebê de Lucy, O. Mark Hubbe, p. 11, nº 232.
Bicos sob medida. Rogério P. Martins, p. 10, nº 230.
Biodiversidade mapeada. Rosa M. Mattos, p. 52, nº 231.
Biodiversidade, Conservação da. Maria Guimarães, João Alexandrino e Célio F. B. Haddad, p. 60, nº 233.
(Biologia marinha) Plásticos na dieta da vida marinha. Isaac R. Santos, p. 50, nº 230.
(Biologia marinha) Sinalizadores de ameaças a corais. Patrícia Oliveira-Silva, Cátia F. Barbosa, Abílio Soares-Gomes e José Carlos S. Seoane, p. 64, nº 229.
(Biologia) Bicos sob medida. Rogério P. Martins, p. 10, nº 230.
(Biologia) Biomedicina mais jovem. Marina Verjovsky, p. 47, nº 231.
Biologicamente?, O homossexualismo pode ser explicado. Franklin Rumjanek, p. 7, nº 232.
Biomedicina mais jovem. Marina Verjovsky, p. 47, nº 231.
(Bioquímica) Novos antivirais à vista. André Marques, p. 44, nº 230.
(Bioquímica médica) Creatina contra radicais livres. Rosa M. Mattos, p. 48, nº 230.
Biossegurança e sustentabilidade. Franciane Lovati, p. 42, nº 234.
(Biotecnologia) Indústria microbiana. Célio Yano, p. 40, nº 230.
(Biotecnologia) Papaia sem manchas. Mariana Ferraz, p. 56, nº 231.
Bomba atômica?, De onde surge o primeiro nêutron que dá origem à reação em cadeia da. Takeshi Kodama, p. 4, nº 231.
(Botânica) Cores preservadas. Mariana Ferraz, p. 50, nº 232.
(Botânica) Estratégia rara e intrigante. Ana Carolina O. Neves, Flávia de F. Coelho, Christina Capelo e José E. C. Figueira, p. 62, nº 234.
(Botânica) Rotas de migração da araucária. Valdir M. Stefenon, p. 59, nº 230.
Buracos negros, O 'magnetismo' em torno dos. Thaisa Storchi-Bergmann, p. 9, nº 229.
Caça-osteoporose. Rosa M. Mattos, p. 52, nº 232.
Cachorros sonham?, Os. Luiz Menna-Barreto, p. 4, nº 230.
(Cajueiro) Goma terapêutica. Franciane Lovati, p. 49, nº 233.
Campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo?, Por que o. Andrés R. R. Papa, p. 4, nº 234.
Câncer, A matemática do. Gabriela Diniz, p. 48, nº 232.
(Câncer) Terapia magnética. Fred Furtado, p. 48, nº 234.
Cartões vermelhos, amarelos e... Marco Moriconi, p. 80, nº 230.
Casa dos pombos. Marco Moriconi, p. 80, nº 231.
Células-tronco 'éticas'. Aline Fernandes e Stevens Rehen, p. 10, nº 231.
Ceticismo, Ciência, dúvida. Renato Lessa, p. 19, nº 232.
Chagas, Dobradinha contra. Fred Furtado, p. 44, nº 229.
Ciência burocrática. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 233.
Ciência com criatividade nas escolas. Marina Verjovsky, p. 42, nº 229.
Ciência, dúvida, ceticismo. Renato Lessa, p. 19, nº 232.
Ciência e educação em prol do Brasil. José Leite Lopes (1918-2006). Amós Troper, p. 62, nº 231.
(Ciência) Darwin e Protágoras. Franklin Rumjanek, p. 17, nº 231.
(Ciência dos materiais) As vantagens da paina. Teoli R. Annunciado, Thais H. D. Sydenstricker, Thiago F. Bonetti e Sandro C. Amico, p. 72, nº 232.
(Ciências da atmosfera) Quando ocorre um relâmpago, os raios X liberados atingem o solo? Qual o perigo para o ser humano? Osmar Pinto Jr., p. 4, nº 229.
(Ciliados) Microscópicos e vorazes. Roberto J. P. Dias, Marta D'Agosto, Isabel C. V. S. de Castro e Inácio D. da Silva-Neto, p. 56, nº 230.
Citomegalovírus e o que pode provocar a recém-nascidos?, Como é contraído o. Cláudio S. Pannuti, p. 6, nº 232.
Como é contraído o citomegalovírus e o que pode provocar a recém-nascidos? Cláudio S. Pannuti, p. 6, nº 232.
Como funcionam e para que servem os aceleradores de partículas? Ronald C. Shellard, p. 5, nº 229.
Como o DNA é detectado no fio de cabelo? Franklin Rumjanek, p. 5, nº 229.
Como são feitas as filmagens de animais silvestres em locais inóspitos e em situações perigosas? Fernando L. Sicuro, p. 5, nº 230.
(Comportamento) Sexo sem proteção. Mariana Ferraz, p. 48, nº 233.
(Computação) A Amazônia em 2020. Mariana Ferraz, p. 50, nº 234.
Conservação da biodiversidade. Maria Guimarães, João Alexandrino e Célio F. B. Haddad, p. 60, nº 233.
(Conservação ambiental) O exemplo dos ribeirinhos. Rafael J. Altenhofen e Leonardo Maltchik, p. 62, nº 230.
Corais, Sinalizadores de ameaças a. Patrícia Oliveira-Silva, Cátia F. Barbosa, Abílio Soares-Gomes e José Carlos S. Seoane, p. 64, nº 229.
Cores preservadas. Mariana Ferraz, p. 50, nº 232.
Creatina contra radicais livres. Rosa M. Mattos, p. 48, nº 230.
Crise do petróleo. Marco Moriconi, p. 80, nº 229.
(Cupins) Arquitetos da natureza. Ana Paula A. Araújo e Og DeSouza, p. 52, nº 230.
Da foz do Amazonas aos Andes. Adriana R. Carvalho e Nídia N. Fabré, p. 64, nº 233.
Darwin e Protágoras. Franklin Rumjanek, p. 17, nº 231.
De onde surge o primeiro nêutron que dá origem à reação em cadeia da bomba atômica? Takeshi Kodama, p. 4, nº 231.
De volta para o campo. André L. Pio dos Santos, Helena Polivanov, Marilu de M. Silva, p. 60, nº 229.
Decifrando o silêncio. Paulo P. R. Amaral e Sergio Verjovski-Almeida, p. 14, nº 233.
Dentes contam a história, Os. Mariana Ferraz, p. 44, nº 234.
Desmatamento insustentável na Amazônia, O. Niro Higuchi, p. 67, nº 232.
(Desmatamento) Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta. Alfredo K. O. Homma, Raimundo N. B. Alves, Antônio J. E. A. de Menezes e Grimoaldo B. de Matos, p. 56, nº 233.
(Diabetes) Creatina contra radicais livres. Rosa M. Mattos, p. 48, nº 230.
Diamante ao fogo?, Quais as conseqüências da exposição do. Naira M. Balzaretti e Pércio de M. Branco, p. 5, nº 230.
Dilema entre inflação e desemprego, O. Franklin Serrano, p. 16, nº 233.
(Divulgação científica) Ciência com criatividade nas escolas. Marina Verjovsky, p. 42, nº 229.
DNA é detectado no fio de cabelo, se este é formado apenas por proteínas?, Como o. Franklin Rumjanek, p. 5, nº 229.
Dobradinha contra Chagas. Fred Furtado, p. 44, nº 229.
(Ecologia) A Amazônia em 2020. Mariana Ferraz, p. 50, nº 234.
(Ecologia) A vazante na Amazônia e o aquecimento global. Philip M. Fearnside, p. 76, nº 231.
(Ecologia) Atrás do pão de cada dia. Angelita S. Coelho, José Eugênio C. Figueira e Túlio D. Oliveira, p. 68, nº 229.
(Ecologia) Biodiversidade mapeada. Rosa M. Mattos, p. 52, nº 231.
(Ecologia) Como são feitas as filmagens de animais silvestres em locais inóspitos e em situações perigosas? Fernando L. Sicuro, p. 5, nº 230.
(Ecologia) Conservação da biodiversidade. Maria Guimarães, João Alexandrino e Célio F. B. Haddad, p. 60, nº 233.
(Ecologia) Cores preservadas. Mariana Ferraz, p. 50, nº 232.
(Ecologia) Estratégia rara e intrigante. Ana Carolina O. Neves, Flávia de F. Coelho, Christina Capelo e José E. C. Figueira, p. 62, nº 234.
(Ecologia) O desmatamento insustentável na Amazônia. Niro Higuchi, p. 67, nº 232.
(Ecologia) O gambá que inventou o submarino. Fernando A. S. Fernandez, Maron Galliez e Melina S. Leite, p. 70, nº 234.
(Ecologia) Rotas de migração da araucá-

ria. Valdir M. Stefenon, p. 59, nº 230.
(Ecologia) Usina movida a lixo. Mariana Ferraz, p. 50, nº 233.
(Ecologia humana) O exemplo dos ribeirinhos. Rafael J. Altenhofen e Leonardo Maltchik, p. 62, nº 230.
(Economia) Análise inovadora. Fernando J. C. de Carvalho, p. 72, nº 233.
(Economia) O dilema entre inflação e desemprego. Franklin Serrano, p. 16, nº 233.
(Economia solidária) O banqueiro dos pobres. Paul Singer, p. 18, nº 233.
Ecos de um passado distante. Thyrso Villela e Carlos A. Wuensche, p. 12, nº 233.
(Educação) Nova música nas escolas. Mariana Ferraz, p. 53, nº 233.
(Educação) Tradição e evolução. Franklin Rumjanek, p. 15, nº 229.
(Educação científica) Ciência com criatividade nas escolas. Marina Verjovsky, p. 42, nº 229.
Eles já estão entre nós? Franklin Rumjanek, p. 17, nº 234.
(Elétron) Thomson e o átomo de hidrogênio. Marcos G. E. da Luz, p. 65, nº 231.
Elétrons em baixas dimensões. Valdeci P. M. de Souza, p. 56, nº 234.
(Energia) Usina movida a lixo. Mariana Ferraz, p. 50, nº 233.
(Energia atômica) De onde surge o primeiro nêutron que dá origem à reação em cadeia da bomba atômica? Takeshi Kodama, p. 4, nº 231.
Engenharia: o homem como agente geológico, Geologia de. Álvaro R. dos Santos, p. 54, nº 229.
(Epistemologia) Não foi suficiente ver para crer. Nazário de S. Messias Jr., p. 58, nº 229.
Espelho quebrado: a paridade violada. Ronald C. Shellard, p. 74, nº 233.
Esperança para asma. Célio Yano, p. 40, nº 229.
Esquistossomose?, Uma pessoa que se alimentou de peixe que ingeriu um caramujo contaminado pode contrair. Paulo M. Z. Coelho, p. 5, nº 231.
Estratégia rara e intrigante. Ana Carolina O. Neves, Flávia de F. Coelho, Christina Capelo e José E. C. Figueira, p. 62, nº 234.
(Euler) As pontes de Königsberg. Marco Moriconi, p. 80, nº 233.
Evolução, Tradição e. Franklin Rumjanek, p. 15, nº 229.
(Evolução) Bicos sob medida. Rogério P. Martins, p. 10, nº 230.
(Evolução) Conservação da biodiversidade. Maria Guimarães, João Alexandrino e Célio F. B. Haddad, p. 60, nº 233.
(Evolução) Eles já estão entre nós? Franklin Rumjanek, p. 17, nº 234.
(Evolução humana) O bebê de Lucy. Mark Hubbe, p. 11, nº 232.
Exemplo dos ribeirinhos, O. Rafael J. Altenhofen e Leonardo Maltchik, p. 62, nº 230.
Falsos, absurdos, imaginários? Tatiana Roque, p. 76, nº 232.
(Farmacologia) Esperança para asma. Célio Yano, p. 40, nº 229.
Febre?, Por que sentimos frio mesmo quando estamos com. Mauro M. Teixeira, p. 7, nº 232.
Ferrita de cádmio, A hora e a vez da. Almiro Franco Neto, p. 42, nº 230.
Filária pouco estudada no Brasil, Uma. Jansen F. Medeiros, Victor Py-Daniel e Felipe A. C. Pessoa, p. 68, nº 231.
Filho de peixe peixinho é. Claudio A. Masuda, p. 19, nº 233.
(Filosofia) O mito de Tristão e Isolda em Iracema. Leni L. de Oliveira, p. 56, nº 229.
(Filosofia da ciência) Ciência, dúvida, ceticismo. Renato Lessa, p. 19, nº 232.
(Financiamento à pesquisa) Ciência burocrática. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 233.
(Física) A hora e a vez da ferrita de cádmio. Almiro Franco Neto, p. 42, nº 230.
(Física) Como funcionam e para que servem os aceleradores de partículas? Ronald C. Shellard, p. 5, nº 229.
(Física) De onde surge o primeiro nêutron que dá origem à reação em cadeia da bomba atômica? Takeshi Kodama, p. 4, nº 231.
(Física) Elétrons em baixas dimensões. Valdeci P. M. de Souza, p. 56, nº 234.
(Física) Espelho quebrado: a paridade violada. Ronald C. Shellard, p. 74, nº 233.
(Física) Moedas raras sob uma nova ótica. Rosa M. Mattos, p. 38, nº 230.
(Física) Na idade das nanoligas metálicas. Adalberto Fazzio e Antônio J. R. da Silva, p. 10, nº 234.
(Física) Pesquisar e ensinar. Fred Furtado, p. 54, nº 232.
(Física) Por que a água não pega fogo, se é formada por dois elementos combustíveis? Jean-Guillaume Eon, p. 5, nº 231.
(Física) Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo? Andrés R. R. Papa, p. 4, nº 234.
(Física) Quais as conseqüências da exposição do diamante ao fogo? Naira M. Balzaretti e Pércio de M. Branco, p. 5, nº 230.
(Física) Quais os empecilhos para se transformar um acelerador de partículas em meio de propulsão para naves espaciais? Ricardo Galvão, p. 5, nº 233.
(Física) Simples, sensível e eficiente. Rosa M. Mattos, p. 51, nº 229.
(Fisiologia) Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado? Paulo C. C. Alves, p. 4, nº 234.
(Fisiologia) Por que sentimos frio mesmo quando estamos com febre? Mauro M. Teixeira, p. 7, nº 232.
(Fluido magnético) A hora e a vez da ferrita de cádmio. Almiro Franco Neto, p. 42, nº 230.
Fome e as contradições em uma cidade brasileira, A. Giseli Panigassi e Ana M. Segall-Corrêa, p. 57, nº 231.
(Fotocondutividade) Simples, sensível e eficiente. Rosa M. Mattos, p. 51, nº 229.
Gambá que inventou o submarino, O. Fernando A. S. Fernandez, Maron Galliez e Melina S. Leite, p. 70, nº 234.
(Genética) Como o DNA é detectado no fio de cabelo? Franklin Rumjanek, p. 5, nº 229.
(Genética) Decifrando o silêncio. Paulo P. R. Amaral e Sergio Verjovski-Almeida, p. 14, nº 233.
(Genética) Eles já estão entre nós? Franklin Rumjanek, p. 17, nº 234.
(Genética) O que são polimorfismos dos genes? Franklin Rumjanek, p. 5, nº 233.
Geologia de engenharia: o homem como agente geológico. Álvaro R. dos Santos, p. 54, nº 229.
(Geometria fractal) A matemática do câncer. Gabriela Diniz, p. 48, nº 232.
(Geoquímica) De volta para o campo. André L. Pio dos Santos, Helena Polivanov, Marilu de M. Silva, p. 60, nº 229.
Geração espontânea, Golpe fatal na. Hernán Terenzi, p. 58, nº 234.
Golpe fatal na geração espontânea. Hernán Terenzi, p. 58, nº 234.
Goma terapêutica. Franciane Lovati, p. 49, nº 233.
Grafismos desvendam passado do Nordeste. Franciane Lovati, p. 46, nº 233.
Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta. Alfredo K. O. Homma, Raimundo N. B. Alves, Antônio J. E. A. de Menezes e Grimoaldo B. de Matos, p. 56, nº 233.
Hidrogênio, Thomson e o átomo de. Marcos G. E. da Luz, p. 65, nº 231.
Hienas têm predadores naturais? Afinal, na África, os grandes carnívoros abatem presas maiores e mais rápidas do que elas?, As. Fernando L. Sicuro, p. 5, nº 234.
Hipertensão que vem do berço. Rosa Maria Mattos, p. 56, nº 232.
(Hipertensão) Goma terapêutica. Franciane Lovati, p. 49, nº 233.
(História da ciência) Análise inovadora. Fernando J. C. de Carvalho, p. 72, nº 233.
(História da ciência) Espelho quebrado: a paridade violada. Ronald C. Shellard, p. 74, nº 233.
(História da ciência) Falsos, absurdos, imaginários? Tatiana Roque, p. 76, nº 232.
(História da ciência) Golpe fatal na geração espontânea. Hernán Terenzi, p. 58, nº 234.
(História da ciência) José Leite Lopes (1918-2006). Ciência e educação em prol do Brasil. Amós Troper, p. 62, nº 231.
(História da ciência) O país de corpo e alma. João A. de Paula, p. 76, nº 230.
(História da ciência) Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006). O semeador da antropologia no Brasil. Roque B. Laraia, p. 60, nº 231.
(História da ciência) Thomson e o átomo de hidrogênio. Marcos G. E. da Luz, p. 65, nº 231.
(História da cultura) Qual o livro mais antigo da humanidade? Maria da G. Bordini, p. 4, nº 233.
(Homeopatia) Pajelança no consultório. Franklin Rumjanek, p. 17, nº 230.
Homossexualismo pode ser explicado biologicamente?, O. Franklin Rumjanek, p. 7, nº 232.
Hora e a vez da ferrita de cádmio, A. Almiro Franco Neto, p. 42, nº 230.
(Ictiologia) Da foz do Amazonas aos Andes. Adriana R. Carvalho e Nídia N. Fabré, p. 64, nº 233.
(Ictiologia) Invasores impiedosos. Solange P. B. Sazima, p. 71, nº 231.
Indústria microbiana. Célio Yano, p. 40, nº 230.
Invasores impiedosos. Solange P. B. Sazima, p. 71, nº 231.
José Leite Lopes (1918-2006). Ciência e educação em prol do Brasil. Amós Troper, p. 62, nº 231.
(Keynes) Análise inovadora. Fernando J. C. de Carvalho, p. 72, nº 233.
(Limnologia) Águas potiguares: oásis ameaçados. Eneida M. Eskinazi-Sant'Anna, Renata de F. Panosso, José L. de Attayde, Ivaneide A. S. Costa, Claudenice M. Santos, Magnólia F. F. Araújo e Josette L. S. Melo, p. 68, nº 233.
(Limnologia) Purificar o Mussuré. Raphael Abrahão, Carmem L. M. Gadelha e Malva I. M. Hernandez, p. 66, nº 234.
(Literatura) Na intersecção entre Oriente e Ocidente. Sandra A. Ferreira, p. 21, nº 233.
(Literatura) O mito de Tristão e Isolda em Iracema. Leni L. de Oliveira, p. 56, nº 229.
Livro mais antigo da humanidade?, Qual o. Maria da G. Bordini, p. 4, nº 233.
Lixo, Usina movida a. Mariana Ferraz, p. 50, nº 233.
(Marsupiais) O gambá que inventou o submarino. Fernando A. S. Fernandez, Maron Galliez e Melina S. Leite, p. 70, nº 234.
Matemática do câncer, A. Gabriela Diniz, p. 48, nº 232.
(Matemática) As pontes de Königsberg. Marco Moriconi, p. 80, nº 233.
(Matemática) Cartões vermelhos, amarelos e... Marco Moriconi, p. 80, nº 230.
(Matemática) Casa dos pombos. Marco Moriconi, p. 80, nº 231.
(Matemática) Crise do petróleo. Marco Moriconi, p. 80, nº 229.
(Matemática) Falsos, absurdos, imaginários? Tatiana Roque, p. 76, nº 232.
(Matemática) Neumann, a mosca e os motociclistas. Marco Moriconi, p. 80, nº 232.
(Matemática) Pintando o sete. Marco Moriconi, p. 74, nº 234.
(Medicina) A matemática do câncer. Gabriela Diniz, p. 48, nº 232.
(Medicina) Ameaça gaúcha. Mariana Ferraz, p. 47, nº 232.
(Medicina) Bactéria letal na mira. Fred Furtado, p. 41, nº 234.
(Medicina) Caça-osteoporose. Rosa M. Mattos, p. 52, nº 232.
(Medicina) Como é contraído o citomegalovírus e o que pode provocar a recém-nascidos? Cláudio S. Pannuti, p. 6, nº 232.
(Medicina) Decifrando o silêncio. Paulo P. R. Amaral e Sergio Verjovski-Almeida, p. 14, nº 233.

ÍNDICE

(Medicina) Dobradinha contra Chagas. Fred Furtado, p. 44, nº 229.
(Medicina) Hipertensão que vem do berço. Rosa Maria Mattos, p. 56, nº 232.
(Medicina) Novos horizontes no combate à alergia. Mariana Ferraz, p. 50, nº 231.
(Medicina) Pajelança no consultório. Franklin Rumjanek, p. 17, nº 230.
(Medicina) Por que algumas pessoas desenvolvem toxoplasmose e outras não? Maria R. R. Amendoeira, p. 4, nº 230.
(Medicina) Uma filária pouco estudada no Brasil. Jansen F. Medeiros, Victor Py-Daniel e Felipe A. C. Pessoa, p. 68, nº 231.
(Medicina) Uma pessoa que se alimentou de peixe que ingeriu um caramujo contaminado pode contrair esquistossomose? Paulo M. Z. Coelho, p. 5, nº 231.
(Medicina social) A fome e as contradições em uma cidade brasileira. Giseli Panigassi e Ana M. Segall-Corrêa, p. 57, nº 231.
Metais com qualidade. Franciane Lovati, p. 49, nº 234.
Microscópicos e vorazes. Roberto J. P. Dias, Marta D'Agosto, Isabel C. V. S. de Castro e Inácio D. da Silva-Neto, p. 56, nº 230.
Mito de Tristão e Isolda em Iracema, O. Leni L. de Oliveira, p. 56, nº 229.
Moedas raras sob uma nova ótica. Rosa M. Mattos, p. 38, nº 230.
Morcegos de bombacha. Sandoval M. Poletto, p. 54, nº 231.
Música nas escolas, Nova. Mariana Ferraz, p. 53, nº 233.
Na idade das nanoligas metálicas. Adalberto Fazzio e Antônio J. R. da Silva, p. 10, nº 234.
Na intersecção entre Oriente e Ocidente. Sandra A. Ferreira, p. 21, nº 233.
(Nanotecnologia) Na idade das nanoligas metálicas. Adalberto Fazzio e Antônio J. R. da Silva, p. 10, nº 234.
(Nanotecnologia) Terapia magnética. Fred Furtado, p. 48, nº 234.
Não foi suficiente ver para crer. Nazário de S. Messias Jr., p. 58, nº 229.
Naves espaciais?, Quais os empecilhos para se transformar um acelerador de partículas em meio de propulsão para. Ricardo Galvão, p. 5, nº 233.
(Neandertal) A trajetória de uma espécie. Claudia Rodrigues-Carvalho, p. 72, nº 229.
(Neandertal) Eles já estão entre nós? Franklin Rumjanek, p. 17, nº 234.
Neumann, a mosca e os motociclistas. Marco Moriconi, p. 80, nº 232.
(Neurociências) Células-tronco 'éticas'. Aline Fernandes e Stevens Rehen, p. 10, nº 231.
Nobel 2006, Prêmio. Cássio L. Vieira, p. 12, nº 233.
(Nobel) Decifrando o silêncio. Paulo P. R. Amaral e Sergio Verjovski-Almeida, p. 14, nº 233.
(Nobel) Ecos de um passado distante. Thyrso Villela e Carlos A. Wuensche, p. 12, nº 233.
(Nobel) Filho de peixe peixinho é. Claudio A. Masuda, p. 19, nº 233.
(Nobel) Na intersecção entre Oriente e Ocidente. Sandra A. Ferreira, p. 21, nº 233.
(Nobel) O banqueiro dos pobres. Paul Singer, p. 18, nº 233.
(Nobel) O dilema entre inflação e desemprego. Franklin Serrano, p. 16, nº 233.
Nordeste, Grafismos desvendam passado do. Franciane Lovati, p. 46, nº 233.
Nova música nas escolas. Mariana Ferraz, p. 53, nº 233.
Novo olhar sobre o mundo. Marcelo Garcia, p. 48, nº 229.
Novos antivirais à vista. André Marques, p. 44, nº 230.
Novos horizontes no combate à alergia. Mariana Ferraz, p. 50, nº 231.
(Nutrição) Quais as propriedades medicinais do abacaxi? Patrícia M. P. Thé, p. 4, nº 229.
O 'magnetismo' em torno dos buracos negros. Thaisa Storchi-Bergmann, p. 9, nº 229.
(Óptica) Por que algumas vezes os olhos das pessoas ficam vermelhos em fotos? Paulo Schor, p. 4, nº 233.
(Orquídeas) Cores preservadas. Mariana Ferraz, p. 50, nº 232.
Osteoporose, Caça-. Rosa M. Mattos, p. 52, nº 232.
Paina, As vantagens da. Teoli R. Annunciado, Thais H. D. Sydenstricker, Thiago F. Bonetti e Sandro C. Amico, p. 72, nº 231.
País de corpo e alma, O. João A. de Paula, p. 76, nº 230.
Pajelança no consultório. Franklin Rumjanek, p. 17, nº 230.
(Paleodontologia) Os dentes contam a história. Mariana Ferraz, p. 44, nº 234.
(Paleontologia) A trajetória de uma espécie. Claudia Rodrigues-Carvalho, p. 72, nº 229.
(Paleontologia) Morcegos de bombacha. Sandoval M. Poletto, p. 54, nº 231.
(Paleontologia) O bebê de Lucy. Mark Hubbe, p. 11, nº 232.
Papaia sem manchas. Mariana Ferraz, p. 56, nº 231.
Paridade violada, Espelho quebrado: a. Ronald C. Shellard, p. 74, nº 233.
(Pasteur) Golpe fatal na geração espontânea. Hernán Terenzi, p. 58, nº 234.
(Paz) O banqueiro dos pobres. Paul Singer, p. 18, nº 233.
Pesquisar e ensinar. Fred Furtado, p. 54, nº 232.
Petróleo?, Até que ponto a produção de materiais poliméricos vai ser afetada com o término das reservas de. Marysilvia Ferreira, p. 6, nº 232.
(Petróleo) As vantagens da paina. Teoli R. Annunciado, Thais H. D. Sydenstricker, Thiago F. Bonetti e Sandro C. Amico, p. 72, nº 231.
Pintando o sete. Marco Moriconi, p. 74, nº 234.
(Pintura rupestre) Grafismos desvendam passado do Nordeste. Franciane Lovati, p. 46, nº 233.
Plásticos na dieta da vida marinha. Isaac R. Santos, p. 50, nº 230.
(Pneumonia) Bactéria letal na mira. Fred Furtado, p. 41, n 234.
(Política científica) Ciência burocrática. Franklin Rumjanek, p. 23, nº 233.
(Poluição) Alerta no ar do Rio de Janeiro. Mariana Ferraz, p. 46, nº 230.
(Poluição) Purificar o Mussuré. Raphael Abrahão, Carmem L. M. Gadelha e Malva I. M. Hernandez, p. 66, nº 234.
Pontes de Königsberg, As. Marco Moriconi, p. 80, nº 233.
Por que a água não pega fogo, se é formada por dois elementos combustíveis? Jean-Guillaume Eon, p. 5, nº 231.
Por que algumas pessoas desenvolvem toxoplasmose e outras não? Maria R. R. Amendoeira, p. 4, nº 230.
Por que algumas vezes os olhos das pessoas ficam vermelhos em fotos? Paulo Schor, p. 4, nº 233.
Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado? Paulo C. C. Alves, p. 4, nº 234.
Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo? Andrés R. R. Papa, p. 4, nº 234.
Por que sentimos frio mesmo quando estamos com febre? Mauro M. Teixeira, p. 7, nº 232.
Prêmio Nobel 2006. Cássio L. Vieira, p. 12, nº 233.
(Preservativo) Sexo sem proteção. Mariana Ferraz, p. 48, nº 233.
(Protozoologia) Microscópicos e vorazes. Roberto J. P. Dias, Marta D'Agosto, Isabel C. V. S. de Castro e Inácio D. da Silva-Neto, p. 56, nº 230.
(Pseudoviviparidade) Estratégia rara e intrigante. Ana Carolina O. Neves, Flávia de F. Coelho, Christina Capelo e José E. C. Figueira, p. 62, nº 234.
Purificar o Mussuré. Raphael Abrahão, Carmem L. M. Gadelha e Malva I. M. Hernandez, p. 66, nº 234.
Quais as conseqüências da exposição do diamante ao fogo? Naira M. Balzaretti e Pércio de M. Branco, p. 5, nº 230.
Quais as propriedades medicinais do abacaxi? Patrícia M. P. Thé, p. 4, nº 229.
Quais os empecilhos para se transformar um acelerador de partículas em meio de propulsão para naves espaciais? Ricardo Galvão, p. 5, nº 233.
Qual o livro mais antigo da humanidade? Maria da G. Bordini, p. 4, nº 233.
Quando ocorre um relâmpago, os raios X liberados atingem o solo? Qual o perigo para o ser humano? Osmar Pinto Jr., p. 4, nº 229.
Que são polimorfismos dos genes?, O. Franklin Rumjanek, p. 5, nº 233.
(Química) Alerta no ar do Rio de Janeiro. Mariana Ferraz, p. 46, nº 230.
(Química) Filho de peixe peixinho é. Claudio A. Masuda, p. 19, nº 233.
(Química) Por que a água não pega fogo, se é formada por dois elementos combustíveis? Jean-Guillaume Eon, p. 5, nº 231.
(Radiação cósmica de fundo) Ecos de um passado distante. Thyrso Villela e Carlos A. Wuensche, p. 12, nº 233.
(*Raízes do Brasil*) O país de corpo e alma. João A. de Paula, p. 76, nº 230.
(Realidade virtual) Novo olhar sobre o mundo. Marcelo Garcia, p. 48, nº 229.
Relâmpago, os raios X liberados atingem o solo? Qual o perigo para o ser humano?, Quando ocorre um, Osmar Pinto Jr., p. 4, nº 229.
(Reversão magnética) Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo? Andrés R. R. Papa, p. 4, nº 234.
(RNA) Filho de peixe peixinho é. Claudio A. Masuda, p. 19, nº 233.
Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006). O semeador da antropologia no Brasil. Roque B. Laraia, p. 60, nº 231.
Rotas de migração da araucária. Valdir M. Stefenon, p. 59, nº 230.
(Rubor) Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado? Paulo C. C. Alves, p. 4, nº 234.
Secagem econômica. Franciane Lovati, p. 52, nº 234.
(Sedimentos) De volta para o campo. André L. Pio dos Santos, Helena Polivanov, Marilu de M. Silva, p. 60, nº 229.
Semeador da antropologia no Brasil, O. Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006). Roque B. Laraia, p. 60, nº 231.
(Sérgio Buarque de Holanda) O país de corpo e alma. João A. de Paula, p. 76, nº 230.
Sexo sem proteção. Mariana Ferraz, p. 48, nº 233.
Simples, sensível e eficiente. Rosa M. Mattos, p. 51, nº 229.
Sinalizadores de ameaças a corais. Patrícia Oliveira-Silva, Cátia F. Barbosa, Abílio Soares-Gomes e José Carlos S. Seoane, p. 64, nº 229.
(Sociedade Brasileira de Física) Pesquisar e ensinar. Fred Furtado, p. 54, nº 232.
(Tecnologia) Até que ponto a produção de materiais poliméricos vai ser afetada com o término das reservas de petróleo? Marysilvia Ferreira, p. 6, nº 232.
(Tecnologia) Hipertensão que vem do berço. Rosa Maria Mattos, p. 56, nº 232.
(Tecnologia) Metais com qualidade. Franciane Lovati, p. 49, nº 234.
(Tecnologia) Novo olhar sobre o mundo. Marcelo Garcia, p. 48, nº 229.
(Tecnologia) Secagem econômica. Franciane Lovati, p. 52, nº 234.
(Tecnologia) Terapia magnética. Fred Furtado, p. 48, nº 234.
(Tecnologia de alimentos) A vilã das gorduras. Ivan Sebben, p. 46, nº 229.
(Teoria celular) Não foi suficiente ver para crer. Nazário de S. Messias Jr., p. 58, nº 229.
(Teoria dos grafos) As pontes de Königsberg. Marco Moriconi, p. 80, nº 233.
Terapia magnética. Fred Furtado, p. 48, nº 234.
Thomson e o átomo de hidrogênio. Marcos G. E. da Luz, p. , nº 231.
(Toxicologia) Agrotóxico tem alta letalidade. Franciane Lovati, p. 46, nº 234.
Toxoplasmose e outras não?, Por que algumas pessoas desenvolvem. Maria R. R. Amendoeira, p. 4, nº 230.
Tradição e evolução. Franklin Rumjanek, p. 15, nº 229.
Trajetória de uma espécie, A. Claudia

Rodrigues-Carvalho, p. 72, nº 229.
Uma filária pouco estudada no Brasil. Jansen F. Medeiros, Victor Py-Daniel e Felipe A. C. Pessoa, p. 68, nº 231.
Uma pessoa que se alimentou de peixe que ingeriu um caramujo contaminado pode contrair esquistossomose? Paulo M. Z. Coelho, p. 5, nº 231.
Usina movida a lixo. Mariana Ferraz, p. 50, nº 233.
Vantagens da paina, As. Teoli R. Annunciado, Thais H. D. Sydenstricker, Thiago F. Bonetti e Sandro C. Amico, p. 72, nº 231.
Vazante na Amazônia e o aquecimento global. Philip M. Fearnside, p. 76, nº 231.
Vilã das gorduras, A. Ivan Sebben, p. 46, nº 229.
(Xaxim) Esperança para asma. Célio Yano, p. 40, nº 229.
(Zoologia) As hienas têm predadores naturais? Afinal, na África, os grandes carnívoros abatem presas maiores e mais rápidas do que elas? Fernando L. Sicuro, p. 5, nº 234.
(Zoologia) Os cachorros sonham? Luiz Menna-Barreto, p. 4, nº 230.

AUTORES

ABRAHÃO, Raphael e outros. Purificar o Mussuré, p. 66, nº 234.
ALEXANDRINO, João e outros. Conservação da biodiversidade, p. 60, nº 233.
ALMEIDA, Alfredo O. e outros. Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática, p. 58, nº 232.
ALTENHOFEN, Rafael J. e Leonardo Maltchik. O exemplo dos ribeirinhos, p. 62, nº 230.
ALVES, Edenise S. e outros. O pau-brasil e a música, p. 40, nº 232.
ALVES, Maria J. M. e Walter Colli. Experimentação com animais: Uma polêmica sobre o trabalho científico, p. 24, nº 231.
ALVES, Paulo C. C. Por que ficamos corados logo após um exercício físico prolongado?, p. 4, nº 234.
ALVES, Raimundo N. B. e outros. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta, p. 56, nº 233.
AMANO, Erika e outros. O pau-brasil e a música, p. 40, nº 232.
AMARAL, Paulo P. R. e Sergio Verjovski-Almeida. Decifrando o silêncio, p. 14, nº 233.
AMENDOEIRA, Maria Regina R. Por que algumas pessoas desenvolvem toxoplasmose e outras não?, p. 4, nº 230.
AMICO, Sandro C. E outros. As vantagens da paina, p. 72, nº 231.
ANGYALOSSY, Veronica e outros. O pau-brasil e a música, p. 40, nº 232.
ANNUNCIADO, Teoli R. e outros. As vantagens da paina, p. 72, nº 231.
ARANTES, Fernando O. e Valdir Innocentini. Ondas do mar: conhecer para explorar, p. 40, nº 231.
ARAÚJO, Ana Paula A. e Og DeSouza. Arquitetos da natureza, p. 52, nº 230.
ARAÚJO, Magnólia F. F. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
ATTAYDE, José L. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
BALZARETTI, Naira e Pércio de M. Branco. Quais as conseqüências da exposição do diamante ao fogo?, p. 5, nº 230.
BARBOSA, Cátia F. e outros. Sinalizadores de ameaças a corais, p. 64, nº 229.
BARROS, Henrique L. As imagens de Santos Dumont, p. 38, nº 233.
BEZERRA, Luiz J. C. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
BONETTI, Thiago F. e outros. As vantagens da paina, p. 72, nº 231.
BORDINI, Maria G. Qual o livro mais antigo da humanidade?, p. 4, nº 233.
BRANCO, Pércio M. e Naira Balzaretti. Quais as conseqüências da exposição do diamante ao fogo?, p. 5, nº 230.
CANGUSSÚ, Silvia D. e Gregory T. Kitten. Por que o coração fica do lado esquerdo do peito?, p. 36, nº 234.
CANO, Maria I. N. A vida nas 'pontas' dos cromossomos, p. 16, nº 229.
CAPELO, Christina e outros. Estratégia rara e intrigante, p. 62, nº 234.
CARVALHO, Adriana R. Nídia N. Fabré Da foz do Amazonas aos Andes, p. 64, nº 233.
CARVALHO, Fernando J. C. Análise inovadora, p. 72, nº 233.
CARVALHO, Joaquim F. Energia verde, p. 28, nº 232.
CASTRO, Isabel C. V. S. e outros. Microscópicos e vorazes, p. 56, nº 230.
COELHO, Angelita S. e outros. Atrás do pão de cada dia, p. 68, nº 229.
COELHO, Flávia F. e outros. Estratégia rara e intrigante, p. 62, nº 234.
COELHO, Paulo M. Z. Uma pessoa que se alimentou de peixe que ingeriu um caramujo contaminado pode contrair esquistossomose?, p. 5, nº 231.
COLLI, Walter e Maria J. M. Alves. Experimentação com animais: Uma polêmica sobre o trabalho científico, p. 24, nº 231.
COSTA, Ivaneide A. S. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
COSTA, Vera R. e outros. Setembrino Petri (perfil). O caçador de microfósseis, p. 66, nº 230.
COUTRIM, Rosa M. E. Ambulantes e camelôs: passado e presente, p. 24, nº 234.
CRUZ, Gabriel C. N. e outros. Motores moleculares, p. 26, nº 230.
D'AGOSTO, Marta e outros. Microscópicos e vorazes, p. 56, nº 230.
DE PAULA, João A. O país de corpo e alma, p. 76, nº 230.
DEDECCA, Cláudio S. Setor informal e informalidade no Brasil, p. 18, nº 234.
DESOUZA, Og e Ana Paula A. Araújo. Arquitetos da natureza, p. 52, nº 230.
DIAS, Decivaldo S. e outros. Motores moleculares, p. 26, nº 230.
DIAS, Roberto J. P. e outros. Microscópicos e vorazes, p. 56, nº 230.
DINIZ, Gabriela. A matemática do câncer, p. 48, nº 232.
EON, Jean-Guillaume. Por que a água não pega fogo, se é formada por dois elementos combustíveis?, p. 5, nº 231.
ESKINAZI-SANT'ANNA, Eneida M. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
FABRÉ, Nídia N. e Adriana R. Carvalho. Da foz do Amazonas aos Andes, p. 64, nº 233.
FAUSTO, Carlos. Uma plantinha venenosa, p. 36, nº 231.
FAZZIO, Adalberto e Antônio J. R. da Silva. Na idade das nanoligas metálicas, p. 10, nº 234.
FEARNSIDE, Philip M. A vazante na Amazônia e o aquecimento global, p. 76, nº 231.
FERNANDES, Aline e Stevens Rehen. Células-tronco 'éticas', p. 10, nº 231.
FERNANDEZ, Fernando A. S. e outros. O gambá que inventou o submarino, p. 70, nº 234.
FERRAZ, Mariana. A Amazônia em 2020, p. 50, nº 234.
— Alerta no ar do Rio de Janeiro, p. 46, nº 230.
— Ameaça gaúcha, p. 47, nº 232.
— Chintamani N. R. Rao (entrevista). Ciência para o desenvolvimento, p. 8, nº 232.
— Cores preservadas, p. 50, nº 232.
— Nova música nas escolas, p. 53, nº 233.
— Novos horizontes no combate à alergia, p. 50, nº 231.
— Os dentes contam a história, p. 44, nº 234.
— Papaia sem manchas, p. 56, nº 231.
— Sexo sem proteção, p. 48, nº 233.
— Usina movida a lixo, p. 50, nº 233.
FERREIRA, Marysilvia. Até que ponto a produção de materiais poliméricos vai ser afetada com o término das reservas de petróleo?, p. 6, nº 232.
FERREIRA, Sandra A. Na intersecção entre Oriente e Ocidente, p. 21, nº 233.
FIGUEIRA, José Eugênio C. e outros. Atrás do pão de cada dia, p. 68, nº 229.
FIGUEIRA, José Eugênio C. e outros. Estratégia rara e intrigante, p. 62, nº 234.
FRANCO Neto, Almiro. A hora e a vez da ferrita de cádmio, p. 42, nº 230.
FURTADO, Fred e Carlos Medeiros. Saskia Sassen (entrevista). Um novo conceito de nação, p. 6, nº 231.
— e Cássio L. Vieira. Lisa Randall (entrevista). Muito além das três dimensões, p. 6, nº 230.
— e Ivan Oliveira. Monica Grady (entrevista). Sob o mesmo céu, p. 6, nº 234.
— Bactéria letal na mira, p. 41, nº 234.
— Dobradinha contra Chagas, p. 44, nº 229.
— Pesquisar e ensinar, p. 54, nº 232.
— Terapia magnética, p. 48, n 234.
GADELHA, Carmem L. M. e outros. Purificar o Mussuré, p. 66, nº 234.
GALLIEZ, Maron e outros. O gambá que inventou o submarino, p. 70, nº 234.
GALVÃO, Ricardo. Quais os empecilhos para se transformar um acelerador de partículas em meio de propulsão para naves espaciais?, p. 5, nº 233.
GARCIA, Marcelo. Novo olhar sobre o mundo, p. 48, nº 229.
GONÇALVES, Reinaldo. De volta para o passado?, p. 74, nº 230. Resenha do livro *Glob(AL) – Biopoder e lutas em uma América Latina globalizada*, de Antonio Negri e Giuseppe Cocco.
GUIMARÃES, Maria e outros. Conservação da biodiversidade, p. 60, nº 233.
HADDAD, Célio F. B. e outros. Conservação da biodiversidade, p. 60, nº 233.
HERNANDEZ, Malva I. M. e outros. Purificar o Mussuré, p. 66, nº 234.
HIDALGO, Renata L. L. e outros. Setembrino Petri (perfil). O caçador de microfósseis, p. 66, nº 230.
HIGUCHI, Niro. O desmatamento insustentável na Amazônia, p. 67, nº 232.
HOMMA, Alfredo K. O. e outros. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta, p. 56, nº 233.
HUBBE, Mark. O bebê de Lucy, p. 11, nº 232.
INNOCENTINI, Valdir e Fernando O. Arantes. Ondas do mar: conhecer para explorar, p. 40, nº 231.
KAPLAN, Sheila e outros. Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática, p. 58, nº 232.
KERSTENETZKY, Celia L. Escola em tempo integral já: quando quantidade é qualidade, p. 18, nº 231.
KITTEN, Gregory T. e Silvia D. Cangussú. Por que o coração fica do lado esquerdo do peito?, p. 36, nº 234.
KODAMA, Takeshi. De onde surge o primeiro nêutron que dá origem à reação em cadeia da bomba atômica?, p. 4, nº 231.
LACERDA, Luiz D. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
LACERDA, Rogério F. e outros. Motores moleculares, p. 26, nº 230.
LARAIA, Roque B. Roberto Cardoso de Oliveira (1928-2006). O semeador da antropologia no Brasil, p. 60, nº 231.
LAZZARINI, Stella M. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
LEITE, Melina S. e outros. O gambá que inventou o submarino, p. 70, nº 234.
LESSA, Renato. Ciência, dúvida, ceticismo, p. 19, nº 232.
LIMA, Régis P. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
LOVATI, Franciane. Agrotóxico tem alta letalidade, p. 46, nº 234.
— Biossegurança e sustentabilidade, p. 42, nº 234.
— Goma terapêutica, p. 49, nº 233.
— Grafismos desvendam passado do Nordeste, p. 46, nº 233.
— Metais com qualidade, p. 49, nº 234.
— Secagem econômica, p. 52, nº 234.
LUNA, Fábia O. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
LUZ, Marcos G. E. Thomson e o átomo de hidrogênio, p. 65, nº 231.
MAIA, Luís P. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
MALTCHIK, Leonardo e Rafael J. Alte-

ÍNDICE

nhofen. O exemplo dos ribeirinhos, p. 62, nº 230.
MARCONDES, Danilo. Clássico do pensar medieval, p. 77, nº 233. Resenha do livro *Lógica para principiante*, de Pedro Abelardo.
MARMONTEL, Miriam e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
MARQUES, André. Novos antivirais à vista, p. 44, nº 230.
MARTINS, Rogério P. Bicos sob medida, p. 10, nº 230.
— Uma biologia autônoma, p. 75, nº 229. Resenha do livro *Biologia, ciência única*, de Ernst Mayr.
MASUDA, Cláudio A. Filho de peixe peixinho é, p. 19, nº 233.
MATOS, Grimoaldo B. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta, p. 56, nº 233.
MATTOS, Rosa M. Biodiversidade mapeada, p. 52, nº 231.
— Caça-osteoporose, p. 52, nº 232.
— Creatina contra radicais livres, p. 48, nº 230.
— Hipertensão que vem do berço, p. 56, nº 232.
— Moedas raras sob uma nova ótica, p. 38, nº 230.
— Simples, sensível e eficiente, p. 51, nº 229.
MAUÉS, Raymundo H. Fatos e fotos do Museu Goeldi, p. 60, nº 234. Resenha do livro *As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi*, de Luís C. B. Crispino, Vera B. Bastos e Peter M. Toledo.
MEDEIROS, Carlos e Fred Furtado. Saskia Sassen (entrevista). Um novo conceito de nação, p. 6, nº 231.
MEDEIROS, Jansen F. e outros. Uma filária pouco estudada no Brasil, p. 68, nº 231.
MELO, Hugo C. S. e outros. Motores moleculares, p. 26, nº 230.
MELO, Josette L. S. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
MENEZES, Antônio J. E. A. e outros. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta, p. 56, nº 233.
MENEZES, Marcelo O. T. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
MENNA-BARRETO, Luiz. Os cachorros sonham?, p. 4, nº 230.
MESSIAS Jr., Nazário S. Não foi suficiente ver para crer, p. 58, nº 229.
MONSERRAT Filho, José. O uso do espaço e o poder das corporações, p. 30, nº 229.
MONTEIRO, Leonardo H. U. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
MOREIRA, Luciano A. e Flávia G. Rodrigues. Mosquitos transgênicos: possível arma contra a malária, p. 34, nº 232.
MORICONI, Marco. As pontes de Königsberg, p. 80, nº 233.
— Cartões vermelhos, amarelos e..., p. 80, nº 230.
— Casa dos pombos, p. 80, nº 231.
— Crise do petróleo, p. 80, nº 229.
— Neumann, a mosca e os motociclistas, p. 80, nº 232.
— Pintando o sete, p. 74, nº 234.
MOTTA, Marly. A Ordem dos Advogados do Brasil: entre a corporação e a instituição, p. 32, nº 233.
MOURÃO, Paulo A. S. e Vitor H. Pomin. Carboidratos: de adoçantes a medicamentos, p. 24, nº 233.
NASSAR, Nagib M. A. Mandioca: opção contra a fome: estudos e lições no Brasil e no mundo, p. 30, nº 231.
NEVES, Ana C. O. e outros. Estratégia rara e intrigante, p. 62, nº 234.
OLIVEIRA, Ivan e Fred Furtado. Monica Grady (entrevista). Sob o mesmo céu, p. 6, nº 234.
OLIVEIRA, Leni L. O mito de Tristão e Isolda em Iracema, p. 56, nº 229.
OLIVEIRA, Túlio D. e outros. Atrás do pão de cada dia, nº 229.
OLIVEIRA-SILVA, Patrícia e outros. Sinalizadores de ameaças a corais, p. 64, nº 229.
PANIGASSI, Giseli e Ana M. Segall-Corrêa. A fome e as contradições em uma cidade brasileira, p. 57, nº 231.
PANNUTI, Cláudio S. Como é contraído o citomegalovírus e o que pode provocar a recém-nascidos?, p. 6, nº 232.
PANOSSO, Renata F. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
PAPA, Andrés R. Por que o campo magnético do planeta desloca-se com o passar do tempo?, p. 4, nº 234.
— e Cosme F. Ponte-Neto. O campo geomagnético: surpresas em curto e longo prazos, p. 18, nº 230.
PEIXOTO, Fernanda A. Gilberto Freyre, da Inglaterra, p. 74, nº 231. Resenha do livro *Gilberto Freyre, um vitoriano dos trópicos*, de Maria Lúcia Garcia Palhares-Burke.
PESSOA, Felipe A. C. e outros. Uma filária pouco estudada no Brasil, p. 68, nº 231.
PINTO Jr., Osmar. Quando ocorre um relâmpago, os raios X liberados atingem o solo? Qual o perigo para o ser humano?, p. 4, nº 229.
POLETTO, Sandoval M. Morcegos de bombacha, p. 54, nº 231.
POLIVANOV, Helena e outros. De volta para o campo, p. 60, nº 229.
POMIN, Vitor H. e Paulo A. S. Mourão. Carboidratos: de adoçantes a medicamentos, p. 24, nº 233.
PONTE-NETO, Cosme F. e Andrés R. R. Papa. O campo geomagnético: surpresas em curto e longo prazos, p. 18, nº 230.
PY-DANIEL, Victor e outros. Uma filária pouco estudada no Brasil, p. 68, nº 231.
REHEN, Stevens e Aline Fernandes. Células-tronco 'éticas', p. 10, nº 231.
REINHARD, Karl e Hilton P. Silva. O que comiam os humanos pré-históricos?, p. 30, nº 234.
RODRIGUES, Flávia G. e Luciano A. Moreira. Mosquitos transgênicos: possível arma contra a malária, p. 34, nº 232.
RODRIGUES-CARVALHO, Cláudia. A trajetória de uma espécie, p. 72, nº 229.
ROQUE, Tatiana. Falsos, absurdos, imaginários?, p. 76, nº 232.
RUMJANEK, Franklin. Ciência burocrática, p. 23, nº 233.
— Como o DNA é detectado no fio de cabelo, se este é formado apenas por proteínas?, p. 5, nº 229.
— Darwin e Protágoras, p. 17, nº 231.
— Eles já estão entre nós?, p. 17, nº 234.
— O homossexualismo pode ser explicado biologicamente?, p. 7, nº 232.
— O que são polimorfismos dos genes?, p. 5, nº 233.
— Pajelança no consultório, p. 17, nº 230.
— Tradição e evolução, p. 15, nº 229.
SALLUN Filho, William e outros. Setembrino Petri (perfil). O caçador de microfósseis, p. 66, nº 230.
SANTOS, Álvaro R. Geologia de engenharia: o homem como agente geológico, p. 54, nº 229.
SANTOS, André L. P. e outros. De volta para o campo, p. 60, nº 229.
SANTOS, Claudenice M. e outros. Águas potiguares: oásis ameaçados, p. 68, nº 233.
SANTOS, Fabrício R. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
SANTOS, Isaac R. Plásticos na dieta da vida marinha, p. 50, nº 230.
SAZIMA, Solange P. B. Invasores impiedosos, p. 71, nº 231.
SCHOR, Paulo. Por que algumas vezes os olhos das pessoas ficam vermelhos em fotos?, p. 4, nº 233.
SCHULTZ, Cesar L. Os dinossauros do futuro, p. 20, nº 232.
SCHWARCZ, Lilia M. Nadando em águas vizinhas, p. 64, nº 232. Resenha do livro *História e cultura – Apologias a Tucídides*, de Marshall Sahlins.
SEBBEN, Ivan. A vilã das gorduras, p. 46, nº 229.
SEGALL-CORRÊA, Ana M. e Giseli Panigassi. A fome e as contradições em uma cidade brasileira, p. 57, nº 231.
SEOANE, José Carlos S. e outros. Sinalizadores de ameaças a corais, p. 64, nº 229.
SERRANO, Franklin. O dilema entre inflação e desemprego., p. 16, nº 233.
SHELLARD, Ronald C. Como funcionam e para que servem os aceleradores de partículas?, p. 5, nº 229.
— Espelho quebrado: a paridade violada, p. 74, nº 233.
SICURO, Fernando L. As hienas têm predadores naturais? Afinal, na África, os grandes carnívoros abatem presas maiores e mais rápidas do que elas?, p. 5, nº 234.
SICURO, Fernando L. Como são feitas as filmagens de animais silvestres em locais inóspitos e em situações perigosas ou que dificultam a aproximação de pessoas?, p. 5, nº 230.
SILVA, Antônio J. R. da e Adalberto Fazzio. Na idade das nanoligas metálicas, p. 10, nº 234.
SILVA, Hilton P. E Karl Reinhard. O que comiam os humanos pré-históricos?, p. 30, nº 234.
SILVA, Marilu M. De volta para o campo, p. 60, nº 229.
SILVA-NETO, Inácio D. Microscópicos e vorazes, p. 56, nº 230.
SINGER, Paul. O banqueiro dos pobres, p. 18, nº 233.
SOARES-GOMES, Abílio e outros. Sinalizadores de ameaças a corais, p. 64, nº 229.
SOUZA, Guilherme M. e outros. Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais, p. 24, nº 229.
SOUZA, Maria J. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
SOUZA, Valdeci P. M. Elétrons em baixas dimensões, p. 56, nº 234.
STEFENON, Valdir M. Rotas de migração da araucária, p. 59, nº 230.
STORCHI-BERGMANN, Thaisa. O 'magnetismo' em torno dos buracos negros, p. 9, nº 229.
SVAITER, Benar F. e outros. Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática, p. 58, nº 232.
SYDENSTRICKER, Thais H. D. e outros. As vantagens da paina, p. 72, nº 231.
TEIXEIRA, Mauro M. Por que sentimos frio mesmo quando estamos com febre?, p. 7, nº 232.
TERENZI, Hernán. Golpe fatal na geração espontânea, p. 58, nº 234.
THÉ, Patrícia M. P. Quais as propriedades medicinais do abacaxi?, p. 4, nº 229.
TROPER, Amós. José Leite Lopes (1918-2006). Ciência e educação em prol do Brasil, p. 62, nº 231.
VALLEJOS, Raúl e Cássio L. Vieira. Oriol Bohigas (entrevista). Caos, ciência e sociedade, p. 6, nº 233.
VERJOVSKI-ALMEIDA, Sérgio e Paulo P. R. Amaral. Decifrando o silêncio, p. 14, nº 233.
VERJOVSKY, Marina. Biomedicina mais jovem, p. 47, nº 231.
— Ciência com criatividade nas escolas, p. 42, nº 229.
VIANNA, Juliana A. e outros. Peixe-boi: esforços de conservação no Brasil, p. 32, nº 230.
VIDEIRA, Antonio A. P. e outros. Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática, p. 58, nº 232.
VIEIRA, Cássio L. Prêmio Nobel 2006, p. 12, nº 233.
— Shuji Nakamura (entrevista). O novo Edison, p. 6, nº 229.
— e Fred Furtado. Lisa Randall (entrevista). Muito além das três dimensões, p. 6, nº 230.
— e outros. Maurício Matos Peixoto (perfil). Em busca da beleza matemática, p. 58, nº 232.
— e Raúl Vallejos. Oriol Bohigas (entrevista). Caos, ciência e sociedade, p. 6, nº 233.
VILLELA, Thyrso e Carlos A. Wuensche. Ecos de um passado distante, p. 12, nº 233.
WUENSCHE, Carlos A. e Thyrso Villela. Ecos de um passado distante, p. 12, nº 233.
YANO, Célio. Esperança para asma, p. 40, nº 229.
— Indústria microbiana. Célio Yano, p. 40, nº 230.