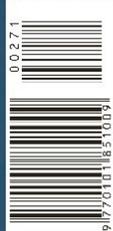


REVISTA DE
DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA
DA SBPC

271

INSTITUTO
Ch
CIÊNCIA HOJE



**SB
PC**

VOL. 46
JUNHO
2010
R\$ 9,95

REFRIGERAÇÃO MAGNÉTICA
Em vez de fluidos, geladeiras do futuro funcionarão à base de ímãs

BACURI EM ALTA
Fruta amazônica já é usada em doces, sorvetes e sucos

ODILON TAVARES
Físico fala sobre o elemento transurânico recém-descoberto



CORAÇÃO ACELERADO

COMO VARIA O RITMO
CARDÍACO EM COMPETIÇÕES

Bate coração

Uma nova Copa do Mundo começa e boa parte dos corações brasileiros acelera seu ritmo nesta época do ano. Quando o Brasil entra em campo para disputar uma partida, não apenas se agita o peito dos jogadores da seleção como também o de todos os milhões de torcedores. Mas o que significa isso para o organismo?

Estudos sobre esse ritmo – a frequência cardíaca – desenvolvidos no Rio de Janeiro a partir de testes de esforço físico e de competições esportivas ajudam a compreender melhor o comportamento do organismo. As avaliações da frequência cardíaca foram feitas em pessoas saudáveis (sedentárias ou não), em portadores de doenças e em atletas de diferentes modalidades esportivas, sejam as de esforço constante, como uma caminhada regular, ou as de intensidade variável, como um jogo de futebol. Foram medidas as frequências cardíacas em repouso e durante o exercício.

Os resultados das pesquisas fornecem informações relevantes que podem ter variadas aplicações, não só nos esportes, visando melhorar o desempenho dos atletas, mas também – e principalmente – na medicina, permitindo desenvolver novas formas de avaliar o risco e a evolução de disfunções e doenças, de identificá-las clinicamente e de tratá-las. Os dados certamente derrubam mitos e apontam caminhos para um estilo de vida mais saudável.

A redação

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE • Organização da Sociedade Civil 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, 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), 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) e UFF
Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio Levenkopf (Instituto de Física/UFF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)
Superintendente Executiva • Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira • Lindalva Gurfield
Superintendente de Projetos Estratégicos • Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE • SBPC

Editores Científicos • Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suely Druck (Instituto de Matemática/UFF) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Bruna Ventura; **Colaborou neste número** • Henrique Kugler; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho
ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersand.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

SUCURSALS

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
SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL • Superintendente • Ricardo Madeira; • Publicidade • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Fernanda L. Fabres. Telefax: (0xx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 3328-8046/9972-0741.
PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.
DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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

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

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

APOIO:

ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS

0800 727 8999

NO RIO DE JANEIRO 21 2109-8999

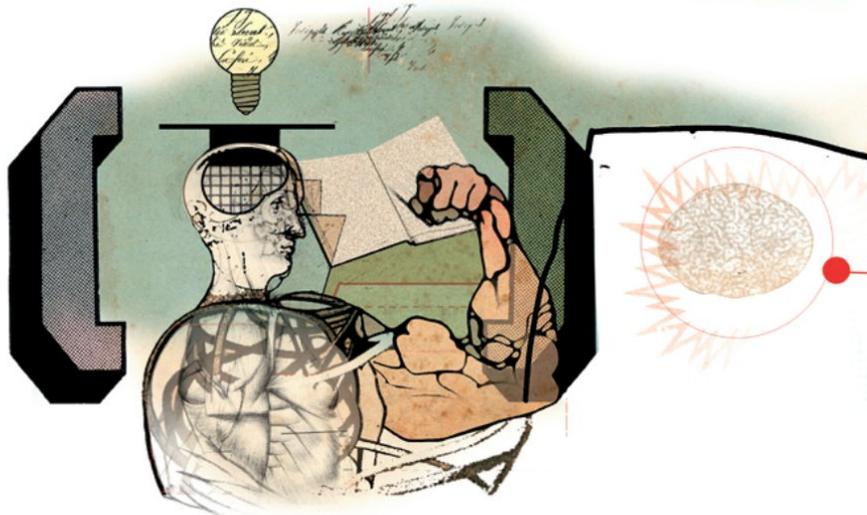
CH On-line www.ciencia.org.br
chonline@cienciahoje.org.br

PARA ANUNCIAR TELFAX.: 11 3539-2000
cienciasp@cienciahoje.org.br

22 Frequência cardíaca e exercício físico

O ritmo dos batimentos do coração – seja o de atletas profissionais ou o de caminhantes de fim de semana – sofre alterações durante esforços físicos. Pesquisas sobre a frequência cardíaca, em condições de repouso e de exercício, trazem informações que podem ajudar a melhorar a saúde e a qualidade de vida de todos.

Por Claudio Gil S. Araújo



28 Diálogo em evolução

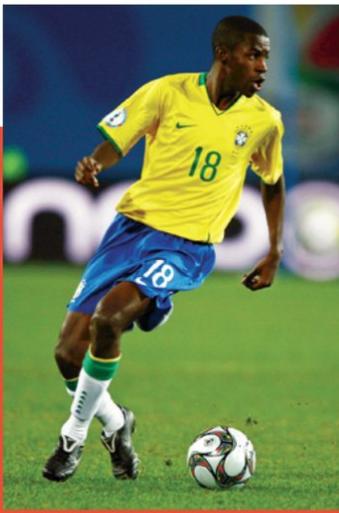
A aproximação entre a indústria e os produtores de ciência, em especial as universidades, já exhibe casos bem-sucedidos no país. Essa interação, estimulada por novas leis e programas, tem como seu principal objetivo a inovação tecnológica.

Por Fred Furtado

34 Fontes de energia em rios do semiárido

Os rios intermitentes do semiárido nordestino são apropriados para o teste de hipóteses ecológicas. Um estudo com isótopos de carbono e nitrogênio mostrou que os animais aquáticos obtêm energia de fontes do próprio sistema, e não externas.

Por Elvio Sergio F. Medeiros, Jean-Pierre Ometto e Daniele Jovem da Silva



Capa: Getty images

40 Bacuri: fruta amazônica em ascensão

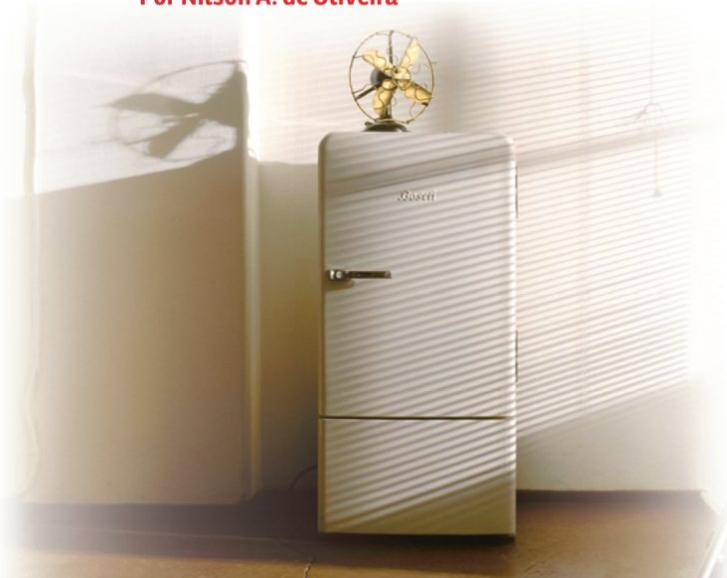
Guaraná, açaí e cupuaçu já são conhecidos fora da Amazônia, mas outras frutas da região só agora começam a ampliar seus mercados. Uma delas é o bacuri, do qual é extraída uma polpa usada para fazer sorvetes, doces, sucos e outros produtos.

Por **Alfredo Homma, José E. Urano de Carvalho e Antônio J. E. Amorim de Menezes**

46 O frio do futuro: o efeito magnetocalórico e a refrigeração magnética

As geladeiras do futuro poderão ser bem diferentes das atuais. Elas funcionarão à base de ímãs, em vez de usar fluidos prejudiciais ao ambiente. Laboratórios de pesquisa já testam refrigeradores magnéticos, mas ainda é preciso melhorar seu rendimento.

Por **Nilson A. de Oliveira**



O LEITOR PERGUNTA

- 6 Que fatores devem ser levados em conta para se fazer um mapa?
- 6 O fígado de boi é hoje um alimento prejudicial à saúde?
- 7 Como é realizada a projeção em 3D que atualmente tem invadido as telas de cinema?
- 7 O chimarrão pode provocar câncer?

ENTREVISTA

- 8 **Odilon Tavares**
Além do urânio
Físico nuclear destaca importância de estudos com elementos artificiais

12 MUNDO DE CIÊNCIA

A PROPÓSITO

- 21 **Quero ser Gepetto**
Criação de vida em laboratório ainda está longe de acontecer

EM DIA

- 51 **De mãe para filho**
Estudo relaciona depressão na gravidez e problemas em bebês
- 52 **Laser, para que te quero**
Equipamento de última geração ajudará pesquisas científicas no Brasil
- 54 **Primeiros passos sustentáveis**
Começam a surgir no país condomínios com infraestrutura ecológica
- 56 **Parada obrigatória**
Indústria brasileira inova em freios de veículos para garantir exportação
- 58 **Rumo ao zircalloy brasileiro**
Novo laboratório reativa no país a pesquisa de ligas metálicas especiais
- 60 **Mamãe, não quero!**
Tese de doutorado questiona uso de mamadeira
- 62 **Ligação perigosa**
Antenas de telefonia celular podem estar associadas a cânceres

OPINIÃO

- 65 **Segregação socioespacial em cidades brasileiras**
Separação de grupos sociais no espaço urbano exige maior atenção

68 FUTURO CIENTISTA

ENSAIO

- 70 **Erving Goffman e as instituições totais**
Trabalho sobre confinados em hospícios ainda inspira sociólogos

MEMÓRIA

- 73 **O senhor das moscas**
Primeira evidência da existência dos genes foi obtida há 100 anos

RESENHA

- 76 **O que pensa e quer a classe média?**
Resenha do livro *A classe média brasileira: ambições, valores e projetos de sociedade*, de Amaury de Souza e Bolívar Lamounier

78 CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Eleições e peixes**
Como a matemática ajuda a entender e aceitar as pesquisas eleitorais

SOBRE HUMANOS

- 80 **Sem pressão não há representação**
Eleitores devem fiscalizar e cobrar atuação de representantes políticos



? Que fatores devem ser levados em conta para se fazer um mapa?

GUSTAVO ABREU, RIO DE JANEIRO/RJ

Em primeiro lugar, deve-se considerar o tema do mapa, se é físico, turístico, político ou econômico, por exemplo. Também é fundamental que se saiba qual é a área a ser abrangida pelo mapa. A partir daí, deve-se usar uma escala cartográfica para expressar no papel uma proporção matemática das dimensões reais de determinada área. A escala cartográfica é definida pela fórmula $E=d/D$, onde E é a escala, d é a distância na projeção e D é a distância real. Se uma escala é representada, por exemplo, como 1 : 100.000, significa que a superfície real foi reduzida em 100 mil vezes no papel. Deve-se trabalhar com base em uma fonte, como são chamados os documentos que deram origem às informações constantes no mapa.

Por meio da legenda, recurso destinado a informar o significado dos símbolos e convenções cartográficas constantes e acrescentar dados indispensáveis ao bom entendimento da representação, é possível compreender a proporção utilizada, a indicação da direção do Norte, da convergência de meridianos e da declinação magnética, bem como sua variação anual. A orientação, traduzida

pela indicação, no mapa, da direção do Norte Verdadeiro (que aponta para o polo Norte terrestre), do Norte de Quadrícula (que define a direção dos meridianos da projeção adotada) e do Norte Magnético (que é a direção da agulha da bússola) é fundamental para que o usuário consiga definir inequivocamente a posição relativa dos acidentes representados.

Por fim, é preciso definir a projeção cartográfica do mapa. Trata-se de um método que permite representar uma superfície esférica em um plano. Desse modo, qualquer superfície da Terra pode ser representada em um mapa. Esse recurso é importante para que algumas propriedades, como a equivalência de áreas, ou de distâncias, ou a manutenção de direções, sejam mantidas no papel.

Amauri Ribeiro Destri

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

WWW.SXC.HU

? O fígado de boi é hoje um alimento prejudicial à saúde?

SUELI RESENDE, POR CORREIO ELETRÔNICO

Não, o fígado de boi pode e deve ser consumido. Trata-se de um alimento rico em nutrientes, especialmente vitaminas e minerais. Por ser um produto de origem animal, seus nutrientes são muito bem absorvidos e utilizados pelo corpo humano. Desse modo, não se recomenda o consumo exagerado desse alimento. O bom é variar a dieta e combinar os alimentos para garantir todas as necessidades nutricionais do organismo. O fígado de boi pode compor o cardápio de uma a duas vezes por semana.

No caso do fígado de qualquer animal, da mesma forma que há um acúmulo considerável de nutrientes, há também

acúmulo de toxinas. Recomenda-se, sempre que possível, consumir fígado de animais jovens, pois a contaminação será menor.

O maior problema da ingestão de qualquer alimento é a contaminação, tanto por pesticidas, hormônios e antibióticos, quanto por vírus, bactérias e parasitas, ou mesmo por uma proteína anormal, conhecida como príon, que pode causar a doença da vaca louca. Em relação ao fígado de boi, houve maior destaque na mídia por conta dessa doença degenerativa, que afeta o sistema nervoso dos bovinos. Ela ocorre devido ao uso na ração de carne, ossos,

sangue e vísceras de animais contaminados. No Brasil, é proibido o uso desses produtos na fabricação de ração para bovinos e não há nenhum caso registrado da doença.

De todo modo, um cuidado geral que se deve ter é evitar ingerir qualquer produto (seja animal, vegetal ou mineral) de origem desconhecida ou com risco de contaminação.

Erly Catarina de Moura

*Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas
em Nutrição e Saúde,
Universidade de São Paulo*



Como é realizada a projeção em 3D que atualmente tem invadido as telas de cinema?

CRISTIANO BARDUCCI DE FRANÇA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Para compreendermos essa ilusão, é preciso entender que o cérebro obtém a informação de profundidade processando as imagens captadas pelos olhos. A imagem 3D (em três dimensões) é obtida projetando-se nos olhos do espectador as duas imagens que eles receberiam se estivessem observando uma cena tridimensional do dia a dia. O cérebro, ao recebê-las, é enganado e realiza o pro-

cessamento que determina a profundidade da cena.

Essas imagens são geradas usando-se um par de câmeras posicionadas lado a lado, semelhante ao par de olhos de uma pessoa. As duas imagens são então projetadas de forma sobreposta na tela do cinema, sendo utilizada uma luz polarizada de modo diferente para cada uma. As lentes dos óculos 3D que usamos para assistir ao filme são filtros polarizadores. O filtro na frente de cada olho é feito de forma a bloquear a luz polarizada utilizada na projeção da imagem destinada ao outro. Sendo assim, cada imagem atinge apenas seu olho de destino.

Essa tecnologia está se popularizando e promete formas de entretenimento ainda mais interessantes no futuro, quando as pessoas poderão interagir com objetos virtuais. Um exemplo disso pode ser visto no vídeo produzido no Laboratório Visgraf, do Instituto de Matemática Pura e Aplicada em <http://www.visgraf.impa.br/3d/carro.mpg>.

Bruno Eduardo Madeira

Laboratório Visgraf,
Instituto Nacional de Matemática
Pura e Aplicada (RI)



IN7/THE NEW YORK TIMES/LATINSTOCK



O chimarrão pode provocar câncer?

RAÚL VALLEJOS, RIO DE JANEIRO/RJ

O chimarrão tem sido apontado como um fator de risco para o desenvolvimento do câncer de esôfago e como um dos responsáveis pela alta incidência dessa doença no Rio Grande do Sul e nos países vizinhos que compartilham o mesmo hábito (Uruguai e Argentina). Muitos estudos mostraram evidências de que indivíduos que tomam regularmente chimarrão apresentam um risco maior de desenvolver esse câncer quando comparados com indivíduos que não têm o hábito de consumir a bebida. Uma das causas que determinam um ambiente propício ao câncer esofágico é a temperatura elevada com que o chimarrão é consumido. Outro mecanismo para o potencial efeito carcinogênico é o seu conteúdo de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

Entretanto, o câncer é causado por muitos fatores e não se pode responsabilizar apenas um. A erva-mate apresenta muitas propriedades positivas e não podemos atribuir isoladamente ao chimarrão a responsabilidade da maior incidência de câncer de esôfago. O fumo e o consumo de bebidas alcoólicas regularmente e em grandes quantidades são os grandes fatores de risco para o câncer esofágico. A associação desses com o hábito de tomar chimarrão em temperaturas elevadas aumenta esse risco.

Renato Borges Fagundes

Faculdade de Medicina,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



CARTAS À REDAÇÃO

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

FOTO HÉRCULES TESTA/OXP/PHOTO/BRASIL RJ/LATINSTOCK

ALÉM DO URÂNIO



FOTO FRED FURTADO

Odilon Tavares

Em abril último, pesquisadores do Instituto Unido de Pesquisa Nuclear (JINR, na sigla em inglês), em Dubna (Rússia), anunciaram ter conseguido sintetizar seis átomos do elemento de número atômico 117. O feito completa a série de elementos transurânicos – aqueles cujos núcleos têm um número de prótons superior ao do urânio, 92 – já obtidos em laboratório. O próprio JINR já havia sintetizado os elementos 116 e 118, mas o ununseptium (Uus), como foi temporariamente batizada a nova criação, ainda não havia sido formado com sucesso.

Embora não ocorram naturalmente na Terra, os transurânicos vêm sendo pesquisados desde a década de 1930. Os cientistas acreditam que esses elementos possam exibir propriedades químicas distintas de outros representantes de seus grupos, mas seu estudo é difícil porque, uma vez criados, eles não duram muito tempo. Nesta entrevista à *Ciência Hoje*, o físico nuclear Odilon Tavares, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), fala sobre esses elementos, sua escassez e descoberta, bem como comenta o experimento russo.

Fred Furtado

Ciência Hoje/R)

Por que os elementos transurânicos não ocorrem naturalmente na Terra?

Para um determinado elemento químico ocorrer na Terra, é preciso que ele sobreviva no período igual à idade do planeta, que é de cerca de quatro bilhões e meio de anos. Ou seja, ele precisa ter uma meia-vida suficientemente grande, superior a uns 100 milhões de anos. Todos os elementos transurânicos têm meias-vidas muito menores que isso. Elas variam de seis microssegundos, no caso do nobélio, de número atômico 102, até 16 milhões de anos, para o cúrio, de número atômico 96.

Inclusive, dois deles, não transurânicos, que estão no meio da tabela periódica, também não sobreviveram. Foram o tecnécio, de número 43, sintetizado em 1937 a partir do molibdênio; e o promécio, de número 61, preparado em 1946 como produto da fissão nuclear em reatores.

Então como foram descobertos?

Isso foi motivado pela descoberta dos nêutrons em 1932. Dois anos depois, o casal [de químicos franceses] Irène Joliot-Curie e Frédéric Joliot-Curie [1897-1956 e 1900-1958] descobriram a radiatividade artificial bombardeando alumínio com partículas alfa. Foi então que ocorreu ao [físico italiano] Enrico Fermi [1901-1954] que esses elementos artificiais poderiam ser mais facilmente obtidos bombardeando-se o urânio com nêutrons, já que estes não têm carga elétrica e, assim, poderiam penetrar o átomo com mais facilidade e atingir o núcleo, criando um elemento de número atômico maior. O experimento foi feito, mas não teve sucesso. O que eles observaram eram fragmentos do núcleo e não um novo elemento. Quatro anos mais tarde, [os químicos alemães] Otto Hahn [1879-1968] e Fritz Strassmann [1902-1980] descobriram a fissão nuclear, motivando [os físicos norte-americanos] Edwin McMillan [1907-1991] e Philip Abelson [1913-2004], em 1940, em Berkeley [Estados Unidos], a estudar as propriedades desse novo fenômeno. Isso levou à descoberta do primeiro transurânico, o neptúnio, de número atômico 93, obtido também por bombardeamento do urânio com nêutrons.

Quantos elementos transurânicos foram sintetizados?

De abril de 1940 até abril deste ano, portanto nos últimos 70 anos exatos, foram sintetizados 26 elementos transurânicos, dos quais 11 são actínídeos, isto é, pertencem à família do actínio. Os outros 15 são os chamados transactínídeos, também conhecidos por elementos superpesados, que vão do 104

ao 118. Para todos esses já foram identificados um total de aproximadamente 300 radioisótopos, como o plutônio 239, produzido em reatores de potência e usado em artefatos nucleares e em reatores regeneradores.

O que é a ‘ilha de estabilidade’?

Núcleos atômicos têm estrutura de camadas de prótons e nêutrons, do mesmo modo que os elétrons nos átomos. Esse modelo foi desenvolvido na década de 1950 e levou aos assim chamados ‘números mágicos’ de prótons e nêutrons: 2, 8, 20, 28, 50, 82 e 126. Ou seja, todo núcleo que tiver essa quantidade de prótons e/ou nêutrons tem propriedades particularmente diferentes das dos seus vizinhos. Por exemplo, o chumbo 208 (com 82 prótons e 126 nêutrons) tem dois números mágicos, daí ser o mais abundante dos isótopos do chumbo. O mesmo acontece para o cálcio 40 (20 prótons e 20 nêutrons). O interessante é que na década de 1970 foram desenvolvidos cálculos muito refinados sobre esse modelo de camadas que indicaram que o próximo número mágico para nêutrons era o 184. Também existe uma subcamada fechada para prótons em 114. De modo que núcleos com 114 prótons e 184 nêutrons, e os seus vizinhos, são menos instáveis que os demais – eles exibiriam meias-vidas suficientemente longas para que pudessem ser inves-

Para um determinado elemento químico ocorrer na Terra é preciso que ele sobreviva no período igual à idade do planeta

tigados em laboratório. Esses núcleos constituiriam o que os pesquisadores batizaram de ‘ilha de estabilidade’. Daí a busca frenética por esses elementos há mais de 30 anos pelos grandes laboratórios do mundo. O Brasil não participa de nenhuma dessas pesquisas, sendo as principais linhas conduzidas no Laboratório Lawrence, em Berkeley; o Laboratório Flerov de Reações Nucleares, no JINR; o Instituto de Pesquisas Riken, em Tóquio [Japão]; o Centro de Pesquisas em Íons Pesados [GSI], em Darmstadt [Alemanha], e o Laboratório Nacional de Oak Ridge [ORNL], no Tennessee [Estados Unidos].

Os transurânicos podem ter propriedades químicas que não são encontradas nos outros elementos?

Essa pergunta é um pouco mais difícil de ser respondida, porque esses elementos, especialmente ▶

De abril de 1940 até abril deste ano, portanto nos últimos 70 anos exatos, foram sintetizados 26 elementos transurânicos

os transactínídeos (chamados de superpesados), têm uma vida muito breve, na ordem de micro ou milissegundos. Por isso, não há como caracterizá-los quimicamente. Não basta conhecer seu número atômico, temos que saber em qual grupo de elementos ele se encaixa. Há estudos de química teórica que sugerem que, como o número atômico é muito grande, as camadas mais internas dos elétrons têm raios menores, o que pode ter consequências para as propriedades químicas. Por exemplo, o elemento 118, o último conhecido, é do grupo dos gases nobres, que inclui o hélio e o xenônio, entre outros. No entanto, os químicos acreditam que ele não será um gás e sim um sólido.

A sintetização do elemento 117, conseguida por pesquisadores russos, foi um marco importante? Por quê?

Sim. Foi importantíssimo, por três razões. Primei-

ro, porque o 117 vem preencher a última lacuna na tabela periódica, completando assim o sétimo período e o décimo sétimo grupo. O 118 foi descoberto em 2002 e 2004, e os anteriores, até o 116, já haviam sido sintetizados anteriormente. Só faltava o 117, conseguido no ano passado e anunciado agora em abril. Segundo, a espécie nuclear produ-

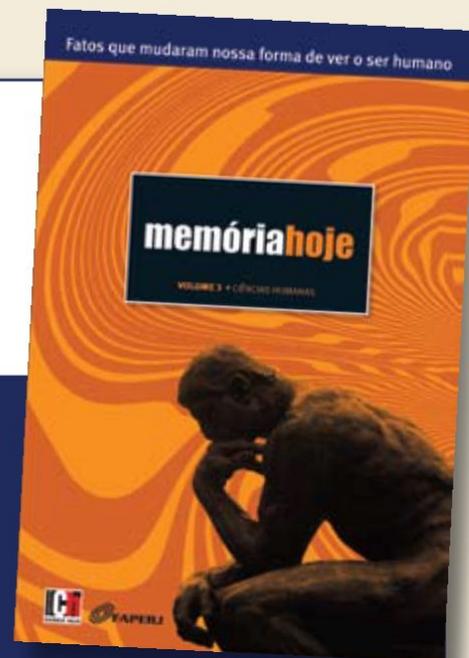
zida é a que tem o maior número de nêutrons observado até hoje: 177. Portanto, faz o isótopo ²⁹⁴Uus – o número equivale à soma dos 117 prótons com os 177 nêutrons. Finalmente, a razão mais importante é que esses elementos superpesados com grande número de nêutrons tendem a apresentar uma maior estabilidade nuclear, demonstrando o papel crítico que tem aquele modelo de camadas. Eles representam um indício experimental de que aqueles ‘navegantes’ estão se aproximando da ‘ilha de estabilidade’.

O senhor acha que vamos chegar a essa ‘ilha’ no futuro próximo?

Penso que sim, é uma questão de tempo. Os esforços nessa direção são grandes e esses países têm recursos. A tecnologia está muito avançada também e torna tudo mais favorável para esses pesquisadores. ■

CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER O SER HUMANO

- AS VIAGENS DE MARCO POLO • A CIÊNCIA DOS DESCOBRIMENTOS
- O MAPA DE CANTINO • O ESCRAVO DO NATURALISTA
- A PEDRA DE ROSETA • A ERA VARGAS
- A CRIAÇÃO DA ONU • A SEMANA DE ARTE MODERNA
- A CRISE QUE ABALOU O MUNDO • REVOLUÇÃO NA LINGUÍSTICA
- A CONFIGURAÇÃO GEOPOLÍTICA ATUAL



PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 www.cienciahoje.org.br

EM FOCO

ARTE OU CIÊNCIA? TANTO FAZ • Note a distribuição geométrica das formas, a suavidade da transição de cores, os tons que levemente destoam, com ênfase ao azul e ao marrom. A imagem ficaria elegante tendo uma parede branca como fundo, com iluminação à base de lâmpadas dicroicas. E, quando um convidado perguntasse sobre o autor, o dono da obra diria: Karin Müller-Decker. E a que escola ela pertence: à de Heidelberg, na Alemanha. E qual a técnica? Microscopia. E o tema? Tecido adiposo. E aí o leitor poderia se deter aos detalhes cor de terra. Eles são a recém-descoberta gordura marrom ou 'do bem', porque ajudam a 'queimar' calorias. A novidade é que agora cientistas descobriram que a enzima COX-2

está envolvida no mecanismo que transforma as células gordurosas em dois subtipos: brancas (a gordura comum, representada pelas 'bolotas' claras, maiores na imagem) ou marrons. O resultado poderá levar a tratamentos que aumentem o estoque de gordura marrom no corpo ou que façam esse tipo de célula queimar energia ainda mais rapidamente. Camundongos modificados geneticamente para produzir altos níveis de COX-2 queimaram maiores níveis de energia que os animais normais e se mostraram imunes à obesidade. Em tempo: a imagem é de Müller-Decker, do Centro Alemão para a Pesquisa do Câncer, em Heidelberg, mas o trabalho é coletivo, feito com colegas alemães e suíços.

ZOOLOGIA

ELES TAMBÉM SENTEM MUITO

Mais uma semelhança conosco de um animal que tem não só 99% de identidade genética com os humanos, mas também a capacidade de autoconsciência, de cooperação para tarefas, empatia, senso de justiça. Agora, a ciência apresenta fortes evidências de que os chimpanzés podem sentir a morte de um parente ou ente próximo de modo muito parecido com o nosso.

Essas evidências estão em dois artigos. No primeiro, pesquisadores da Universidade de Stirling (Reino Unido)

observaram uma fêmea com cerca de 50 anos sendo cuidada e acariciada por membros do bando nos últimos dias de vida, quando já estava em estado letárgico. A filha passou a noite inteira com ela, em um local no qual nunca havia dormido antes – o que não é usual para um chimpanzé.

Depois da morte, os membros do bando permaneceram calmos, sem demonstrar a agitação tradicional, evitando, dali por diante, dormir no canto onde a fêmea havia morrido.

Quando defrontados com a morte traumática de um membro (caça, ataque de predador etc.), chimpanzés reagem com comoção e agitação.

No segundo trabalho, equipe internacional observou mães cuidando de seus filhotes até meses depois da morte das crias. Duas fêmeas de uma comunidade semi-isolada na Guiné continuaram carregando nas costas seus filhos mumificados (pela perda de água corporal), levando-os para os locais onde elas dormiam e espantando insetos deles com a ajuda de varas.

Só depois de semanas ou meses elas começaram a aumentar a separação com as crias e a deixar que outros membros do bando tocassem os filhotes, que haviam morrido por infecção respiratória. Comportamento semelhante foi observado na mesma comunidade em 1992, e, por isso, os autores acham que a conduta possa ter sido aprendida.

Sugestão desta coluna: as cenas de vídeo gravadas pelos dois grupos de estudo mostram o que foi contado aqui. Elas podem ser vistas na página da *CH On-line*: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/04/chimpanzes-de-luto>.

DSX *Current Biology*, 27/04/10



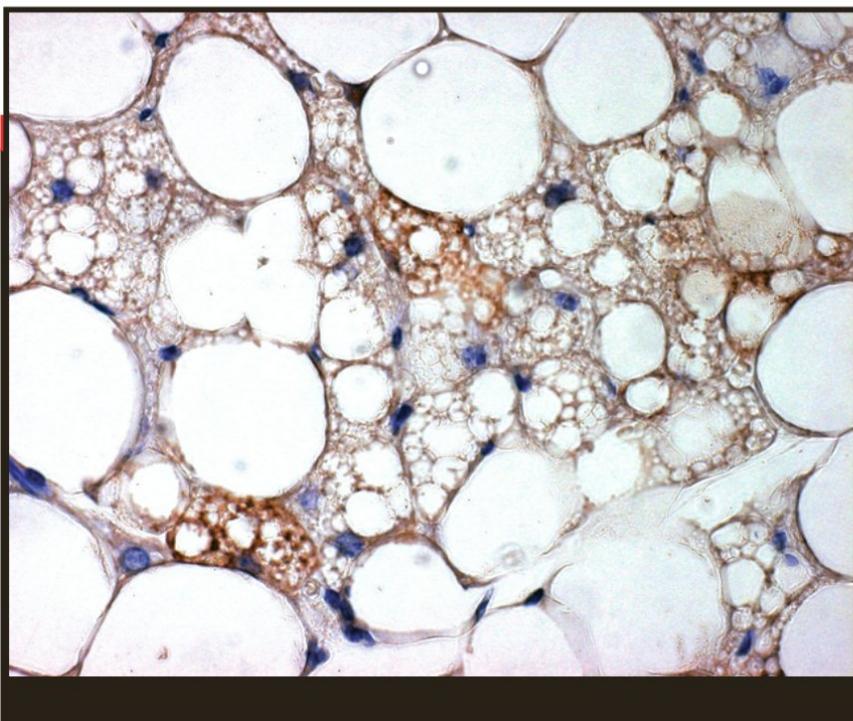


FOTO KARIN MÜLLER-DECKER, DEUTSCHES KERNFORSCHUNGSZENTRUM

SINTONIA FINA

Atenção, editoras brasileiras. Esta coluna sugere a tradução para o português do livro *Voyage to the heart of matter (Viagem ao coração da matéria)*, obra para lá de bacana, lançada pelo Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), na Suíça, e pela editora Papadakis. É sobre o LHC (sigla em inglês para Grande Colisor de Hádrons), a máquina mais complexa construída pelos humanos. Mas a ênfase fica com o maior dos quatro detectores do LHC, o Atlas. Se tudo correu bem, o lançamento ocorreu no último dia 25 de maio na Academia de Ciência de Nova York. O que chama a atenção no livro é o fato de, quando suas páginas são abertas, as figuras saltarem delas – o anglicismo para isso é *pop-up*. Ao todo, são apenas oito páginas, nas quais, além das esculturas em papel, é contada a história do CERN. É obra de Anton Radevsky, ilustrador e engenheiro especializado em projetar esse tipo de livro, e da jornalista científica Emma Sanders, do CERN, auxiliados pela equipe de cientistas do Atlas. O preço nos Estados Unidos é US\$ 37,50 (algo como R\$ 65). Fotos do livro aqui: <http://atlas.ch/popup-book>. No YouTube: <http://www.youtube.com/watch?v=4XK9fdLM8Y8>.

DIVULGAÇÃO

MEDICINA

DROGA CONTRA A HEPATITE C

Pode ser que, no futuro, os portadores de hepatite C nem se lembrem da sigla BMS-790052, porque nem a tenham conhecido. Mas, talvez, dela saia droga eficaz contra esse quadro viral sério e preocupante.

As letras e os números acima se referem ao mais potente inibidor da replicação do vírus da hepatite C (HCV). Os autores relatam que 100 mg da droga – escolhida entre 1 milhão de compostos – pode diminuir em cerca de 4 mil vezes a quantidade do vírus no organismo por 144 horas. Trocando em miúdos, diminui bastante o número de vírus circulantes no sangue.

Os resultados são os primeiros a validar a inibição da proteína NS5A do HCV como modo de estancar a replicação do vírus.

O tratamento disponível hoje apresenta efeitos colaterais significativos e apenas 50% de eficácia, segundo o artigo.

A hepatite C atinge cerca de 170 milhões de pessoas no mundo (algo como 2,7 milhões delas no Brasil). A doença pode progredir para a necrose do fígado (cirrose) ou câncer do órgão. A transmissão dessa doença, descoberta apenas em 1989, ocorre principalmente por meio do contato com o sangue e secreções contaminados com o vírus.

A hepatite é uma inflamação do fígado, e há vários tipos dessa doença: de A a G. Não há vacina para a hepatite C.

Nature, 21/04/10 on-line



EVOLUÇÃO Parte de nossos genes pode ter vindo de nossos primos extintos das cavernas

DE NEANDERTAL, (QUASE) TODOS TEMOS UM POUCO

Neandertal é sinônimo de brucutu, pessoa de pouca inteligência, brutamontes. Mas deveria mudar. Afinal, a ciência acabou de mostrar que, desses homens das cavernas, quase todos nós temos um pouco.

É bem possível que até 4% do material genético de europeus e

asiáticos tenham origem nos neandertais, que surgiram no planeta por volta de 400 mil anos atrás e misteriosamente desapareceram há 30 mil anos.

O novo estudo dá evidências genéticas de que, 50 mil anos antes da extinção dos neandertais, eles – ou elas – tenham cruzado com humanos modernos – que, à época, também viviam em cavernas. Uma hipótese é que alguns neandertais passaram a conviver com um pe-

queno grupo de humanos e gerado indivíduos viáveis. Estes e seus descendentes se espalharam pela Eurásia, carregando os genes neandertais.

Acredita-se que, no Oriente Médio, modernos e neandertais tenham ocupado, em épocas diferentes, a caverna de Tabun (Israel). Suspeita-se que, há cerca de 60 mil anos, humanos modernos, saídos da África, teriam encontrado neandertais vivendo naquela região.

Abertura da caverna onde foram encontrados os ossos usados para o sequenciamento do genoma do neandertal



Extrato de osso

Todas essas conclusões vieram de um pozinho. No caso, de fragmentos de ossos de três mulheres neandertais encontrados na caverna Vindija (Croácia). Deles, foram retiradas diminutas partes com a ajuda de uma broca de dentista. O material genético desse extrato foi tratado com supremo cuidado, para que não fosse contaminado com DNA humano.

O sequenciamento das letrinhas do DNA neandertal – que representa 40% do genoma total dessa espécie – mostrou que nossos primos extintos têm mais similaridades com os humanos não africanos. Foi possível chegar a essa conclusão depois de comparar o sequenciamento com o material genético de cinco humanos modernos, do sul da África, do oeste da África, da Papua Nova Guiné, China e França.

Uma das surpresas do estudo foi encontrar genes neandertais no homem da Papua Nova Guiné. Explica-se a admiração: os neandertais – até onde se sabe – nunca pisaram naquelas ilhas.

Os autores acham que o cruzamento se deu logo depois de os humanos modernos – que surgiram há cerca de 200 mil anos – terem deixado a África, porém antes de eles terem se espalhado por aquele continente e pela Ásia. Daí a explicação para os humanos modernos de origem africana provavelmente não terem traços do genoma neandertal.

Os dados indicam que o cruzamento foi de pequena monta – desconfia-se que algo possa ter prevenido esse contato. Choque cultural?

O que nos faz modernos

Esses resultados, obtidos pelas equipes lideradas por Svante Pääbo, do Instituto Max Planck para a Antropologia Evolucionária (Ale-

manha), permitiram mapear genes que aumentaram as chances de os humanos modernos sobreviverem – é ainda mistério por que nós vencemos, e eles se extinguíram.

Entre esses genes estão aqueles ligados, por exemplo, ao desenvolvimento mental e cognitivo – genes que, ao sofrerem mutação, parecem contribuir para quadros como esquizofrenia, autismo e síndrome de Down. Há também genes que, se alterados, levam à deformação na clavícula e na caixa torácica – coincidentemente, os neandertais, pesadões, pareciam ter características peculiares nessas partes do corpo.

A lista de genes que parecem ter permitido nosso sucesso inclui também aqueles ligados ao desenvolvimento do crânio e ao metabolismo da energia. Metade desses genes está relacionada com a fisiologia da pele: pigmentação, raiz dos cabelos, glândulas sudoríparas, cicatrização de ferimentos etc.

Com o genoma neandertal, foi feito catálogo com as diferenças genéticas entre eles e nós. Dos 3 bilhões de ‘letrinhas’ (nucleotídeos) que formam o genoma das duas espécies, apenas 78 delas parecem ter mudado nos últimos 300 mil anos em relação aos humanos modernos. Essa lista vai ajudar os cientistas a entender como nos diferenciamos de outras espécies. E, talvez, com base em estudos que estão sendo feitos no momento, entender por que os neandertais se extinguíram. Humanos modernos e neandertais têm 99,84% de semelhança genética.

Estudos anteriores, também de Pääbo, indicam que os *Homo neanderthalensis* tinham o gene responsável pela fala nos humanos modernos.

Science, 07/05/10

SINTONIA FINA

É possível que, no momento em que o assinante de *CH* receba este exemplar, a IWC (sigla, em inglês, para Comissão Baleeira Internacional) esteja discutindo um acordo histórico sobre a caça do maior mamífero do planeta. O encontro ocorrerá este mês em Agadir (Marrocos) e poderá decidir o futuro da própria comissão, cuja autoridade decaiu nos últimos anos. Duas correntes se enfrentarão: 1) aquela a favor de um ‘acordo de paz’ entre os três países que ainda praticam essa atrocidade (Japão, Islândia e Noruega) e os outros 85 membros; 2) aquela a favor de a matança acabar de vez. O realismo indica que a corrente 1 sairá vencedora. Mas, se aquilo que ficou acertado em conversas anteriores vingar, então ocorrerá o que talvez seja o maior avanço desde o estabelecimento da moratória em relação à caça comercial de baleias, em 1982. Partes do acordo: i) a caça comercial permanece proibida; ii) Japão, Noruega e Islândia concordam em diminuir suas cotas de caça – na prática, até 14 mil baleias deixarão de morrer ao longo da próxima década; iii) será criado um santuário no Atlântico Sul; iv) todos os 88 membros ficarão, de fato, sob o controle da IWC, e nenhum deles poderá estabelecer cotas unilateralmente; v) serão criados novos mecanismos para monitorar a ação dos membros; vi) a IWC será reformada. Nos próximos 10 anos, os membros da IWC tentarão acertar suas diferenças. Muitas. Se não o fizerem, há chances de a IWC deixar de ser o foro para essas discussões, e aí vingará o ‘cada um mata o quanto quiser’. Moral da história: enquanto os humanos acertam suas diferenças econômicas, as baleias continuam sendo mortas. Alerta: a Islândia talvez não aceite o acordo, continuando a se declarar “exceção” à moratória. Mais detalhes (com a possibilidade de tradução para o português europeu): <http://iwcoffice.org/>.

FOTO ALAN BROOKE/IMAGE SOURCE/FOHAPRESS



CIÊNCIAS PLANETÁRIAS

OS OCEANOS VIERAM DO ESPAÇO?

O leitor talvez já tenha tido a chance de apreciar a imensidão dos mares ou oceanos. É muita água, sem dúvida. E ela pode ter vindo do espaço. Surpreso? Bem, agora há evidências bem documentadas de que essa teoria possa estar correta. Pela primeira vez, foram encontrados sinais de água na superfície de um asteroide, o 24 Themis. Só isso já seria notícia (das boas). Mas o fato fica ainda mais interessante: a água contém compostos orgânicos. E isso dá certo impulso para outra hipótese: a de que a vida teria vindo igualmente do espaço. Esses fragmentos de matéria orgânica poderiam ter impulsionado o surgimento das primeiras formas de vida na Terra.

A água foi encontrada por duas equipes independentes. A primeira delas, liderada por Humberto Campins, da Universidade da Flórida Central (Estados Unidos), observou a luz solar refletida pelo asteroide e, com base nela, concluiu que havia fina camada de gelo na superfície da rocha celeste. A equipe também encontrou sinais de compostos orgânicos (ricos em carbono). O segundo grupo de pesquisadores, liderados por Andy Rivkin, da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos), chegou a conclusões semelhantes.

A equipe de Campins foi levada a verificar a possibilidade de haver água no 24 Themis porque fragmentos do asteroide, resultantes de antigo impacto desse corpo contra provavelmente cometas, pareciam carregar água quando observados ao telescópio.

Como explicar gelo cobrindo praticamente toda a superfície de um asteroide, já que o calor do Sol e a pressão quase nula no espaço fariam com que ele evaporasse rapidamente? As equipes trabalham com duas hipóteses. A primeira: há no interior do 24 Themis reservatórios de gelo, que é trazido à superfície à



Concepção artística do asteroide 24 Themis e dois de seus fragmentos. Um deles tem uma cauda semelhante à de um cometa, resultado da sublimação da água em sua superfície

medida que ocorre a evaporação das camadas de fora; ii) há dentro daquela rocha vapor de água que, por algum motivo, ao chegar à superfície, se condensa.

Uma terceira hipótese parece descartada: a de que o 24 Themis tenha se chocado recentemente com um cometa – sabe-se que cometas contêm água.

Suspeita-se que a Terra, no início de sua formação, era muito quente para reter a água (esta evaporaria para o espaço). Então, de onde teria vindo esse líquido tão abundante? Ao se analisarem características da água dos mares e oceanos, nota-se semelhança entre elas e as carregadas pelos cometas. Mas somente o impacto de cometas não seria suficiente para explicar tamanha quantidade. Além disso, há traços na água terrestre que não parecem coincidir com a água meteórica. Os resultados apresentados agora abrem a possibilidade de se imaginar que a água terrestre tenha vindo da dobradinha cometas-asteroides.

Outros estudos com asteroides já haviam indicado a presença de água em minerais na superfície desses corpos. Mas nunca havia sido detectada água.

O 24 Themis, com quase 200 km de diâmetro, é um dos maiores corpos do chamado cinturão de asteroides, cuja órbita fica entre Marte e Júpiter, a cerca de 480 milhões de km do Sol.

Em tempo: a pesquisadora brasileira Thaís Mothé Diniz, do Observatório do Valongo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e do Observatório Nacional, também no Rio de Janeiro (RJ), é coautora de um dos artigos.

Nature, 29/04/10

GABRIEL PEREZ, SERVIÇO MULTIMÉDIA/INC

MEDICINA

AIDS: IMUNIDADE NATURAL

Pouco depois dos primeiros diagnósticos de Aids, no início da década de 1980, especialistas começaram a ganhar uma certeza: o caminho para a vacina viria de pessoas que se infectam com o vírus HIV, mas não desenvolvem a doença. Agora, grupo de cientistas norte-americanos mostra detalhes do mecanismo por trás dessa imunidade natural.

A resposta para esse mistério está em um gene: HLA B57. Seus portadores produzem células T assassinas que são mais potentes no ataque ao HIV. Essas células são um tipo de glóbulo branco de nosso sistema de defesa.

Os autores mostraram que, nos portadores do HLA B57, as T assassinas têm a capacidade de reconhecer e grudar com mais intensidade nas células infectadas com o vírus da Aids, incluindo aquelas infectadas com HIV que sofreu mutação genética. Esse reconhecimento se dá por meio dos chamados epitopos (pedaços de proteínas) que as células expõem em suas membranas, como um tipo de ‘anúncio’ da infecção. Em outras palavras, as células T dos portadores do HLA B57 reconhecem mais epitopos que as de uma pessoa sem esse gene.

Uma vez reconhecida a célula infectada,

as células T assassinas clonam a si mesmas e tratam de atacar e destruir todas as células que exponham aqueles epitopos.

A descoberta, acreditam os autores, poderá ajudar a desenvolver uma vacina cuja estratégia geral seria provocar no organismo o mesmo tipo de resposta do sistema imune que a dos portadores do HLA B57.

Porém, um efeito colateral de se ter esse gene é que as células T assassinas, por serem mais agressivas, podem atacar o organismo do portador, levando ao que se denomina doença autoimune.

Nature, 05/05/10 on-line

GENÉTICA

À PROVA DE REPELENTE

Bom assunto para (mais) uma epidemia de dengue no Brasil. Cientistas descobriram por que os repelentes às vezes não funcionam. E a tendência é que passem, cada vez mais, a funcionar menos.

O leitor, talvez, já tenha experimentado a seguinte situação: passa repelente na pele e, mesmo assim, o mosquito o pica. Produto falsificado? Não. É caso de mosquito dotado de células 'olfativas' menos sensíveis ao DEET (N, N-dietil-meta-toluamida), o principal princípio ativo de repelentes hoje comercializados, incluindo marcas famosas como Autan, OFF e Repelex.

O experimento foi feito com o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue. Machos foram cruzados com fêmeas insensíveis. Resultado preocupante para a saúde pública: até metade dos filhotes herdou essa característica.

Os pesquisadores descobriram que a indiferença ao odor do repelente se deve a um único gene dominante. E que, se o filhote herdá-lo apenas de um dos pais, isso já é suficiente para que a cria seja também refratária ao repelente. Problema do estudo: os autores, liderados por Lin Field, do Centro de Pesquisas Agrícolas Rothamsted (Reino Unido), não identificaram o gene.

O trabalho deverá ajudar a entender o mecanismo de olfato desses insetos, bem como a desenvolver novos repelentes. Várias novas moléculas vêm sendo testadas atualmente.

PNAS, 03/05/10



EXTRA! EXTRA!

Esta coluna já estava fechada quando recebemos o material embargado com a chamada 'célula sintética' – a vinheta acima passa a ser usada aqui para notícias importantes de última hora.

A primeira coisa que deve ser dita: a equipe do Instituto J. Craig Venter (EUA) não produziu novo ser ou nova forma de vida. Muito menos 'célula' sintética. O que fez foi montar, com a ajuda de computador, uma sequência com 1,08 milhão de 'letrinhas' (nucleotídeos) que formam o único cromossomo da bactéria *Mycoplasma mycoides* – a ordem desses nucleotídeos já era conhecida pelos biólogos.

Obtido esse esquema, outras máquinas – com ajuda de bactérias e leveduras – fabricaram essa sequência a partir de compostos químicos. Ou seja, a receita virou bolo; as pecinhas do 'Lego' foram juntadas na ordem certa. Aí, chegou-se ao cromossomo projetado e construído artificialmente.

Esse material genético foi injetado em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Feito o enxerto, deu-se um 'boot' nessa célula bacteriana, e, com isso, o cromossomo passou a gerenciá-la, produzindo proteínas da *M. mycoides*, porém usando a 'máquina' da hospedeira *M. capricolum*.

O trabalho não veio do nada. Em 1984, por exemplo, cientistas conseguiram sintetizar um gene com 300 'letrinhas' (*Science*, v. 223, pp. 1.299-1.301). Mais importante – porém, pouco lembrado pela mídia – foi a obtenção de vírus sintético, com artigo publicado na mesma revista (v. 297, pp. 1.016-1.018, 2002). Tornado público na inércia dos atentados de 11 de setembro, esse trabalho causou polêmica: nas mãos de terroristas, diziam especialistas, essa informação poderia ser usada como guerra bacteriológica.

Dois aspectos devem ser enfatizados sobre o avanço do Instituto J. Craig Venter, um tecnológico e outro filosófico. A eles:

i) com esse tipo de técnica, seria possível programar geneticamente micro-organismos ou seres mais complexos (como algas) para produzir medicamentos, vacinas, absorver gases do efeito-estufa e combustíveis. É neste último tópico que mora o perigo (econômico) para o Brasil. Explica-se: imagine, leitor, outros países produzindo biocombustíveis com micro-organismos, a baixo custo, sem precisar plantar milhões de hectares de cana-de-açúcar, milho etc. e sem ter que ouvir acusações de que estão causando a fome do planeta. Portanto, seria bom que os gestores de ciência por aqui comessem a, pelo menos, se preocupar com o assunto;

ii) religiosos vão esperar, mas fato é que não há sopro de vida, ação vital, espiritual ou divina na origem da vida. Esta, como mostra a equipe de Venter, nada mais é do que uma receita de bolo e um tipo de Lego.

Quanto a fabricar um novo ser, a ciência está longe. Mas o único impedimento parece ser a complexidade. Ou seja, é difícil, mas factível.

Por fim, remetemos o leitor ao comentário de nosso colunista Franklin Rumjanek, algumas páginas à frente.

Science, 20/05/10 online

SM

FÍSICA

UNUNSEPTIUM: NOVO PESO SUPERPESADO

É o mais novo elemento químico criado pelos humanos: o com número atômico 117, ou seja, com essa quantidade de prótons em seu núcleo (ver ‘Além do urânio’ nesta edição).

O elemento 117 – ainda sem nome oficial, mas provisoriamente chamado ununseptium – representa cerca de 10 anos de tentativas para expandir a tabela periódica e mais um passo da bela e surpreendente capacidade de os físicos criarem matéria artificialmente. O caso do elemento 117 custou cerca de dois anos aos pesquisadores russos e norte-americanos. Primeiramente, foi preciso 250 dias para um acelerador de partículas produzir ínfimos 22 mg de berkélio que serviriam como alvo; mais 90 dias para purificar essa amostra; somem-se 150 dias de bombardeamento da amostra na Rússia com cálcio 48 (28 nêutrons e 20 prótons no núcleo). Tudo isso para produzir... seis átomos do 117, que foram observados se decompondo. Parte deles tinha 176 nêutrons, e parte 177 nêutrons.

A decomposição (ou decaimento) dos núcleos é um tipo de ‘carteira de identidade’ do elemento: é por meio dela que os cientistas reconhecem os elementos superpesados.

Tudo isso contra o relógio, porque, a cada 320 dias, metade de uma amostra de berkélio 249 (152 nêutrons e 97 prótons), independentemente de sua massa, se transforma em outro elemento químico. É a chamada meia-vida. O ununseptium – cujo nome oficial será dado pela União Internacional de Química Pura e Aplicada – tem meia-vida de 78 milissegundos, 87 vezes mais longa que a do elemento 118, já conhecido – porém, já se sabia



que o 117 seria mais difícil de ser criado.

Acredita-se que, quando o número de nêutrons se aproximar de 184, os elementos químicos serão razoavelmente estáveis – entenda-se, terão meia-vida bem mais longa que a do 117, por exemplo. É a chamada ilha de estabilidade. Mas a física nuclear ainda tem longo caminho até lá.

Até a década de 1930, a tabela periódica era formada só por elementos naturais, sendo o urânio (92 prótons) o mais pesado. Os primeiros elementos radioativos artificiais foram obtidos pelo casal Frédéric Joliot (1900-1958) e Irène Curie (1897-1956) – ela, filha da física mais famosa de todos os tempos, Marie Curie (1867-1934). O casal, pelo feito, levou o Nobel de Química de 1935.

Nesta edição, há excelente entrevista com o físico nuclear Odilon Tavares, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (RJ), sobre tema relacionado a esta nota: os elementos transurânicos. Vale conferir.

Physical Review Letters, v. 104, n. 14, 2010

ECOLOGIA

DESMATAMENTO: QUEM SÃO OS CIVILIZADOS?

Pesquisa sobre desmatamento traz não só dados surpreendentes, mas, talvez, lição para os países desenvolvidos que costumam apontar os dedos na cara dos primos pobres com dizeres do tipo “vocês, cuidem de suas florestas!”

O principal resultado do estudo, feito por pesquisadores norte-americanos e com a ajuda de satélites, não é lá grande surpresa: o Brasil, em números absolutos, foi o campeão mundial, entre 2000 e 2005, de perda de cobertura florestal, com 165 mil km², representando 3,1% da área total de florestas.

Mas aí a pesquisa começa a revelar dados mais interessantes. Em números absolutos, o segundo lugar ficou como... Canadá (160 mil km², 5,2%), país cantado

em verso e prosa pelo nível de desenvolvimento e direitos humanos, avanços sociais etc. Em seguida, vêm os Estados Unidos (120 mil km², 6%). Note, leitor, este último percentual. Ele faz daquele país o campeão em termos comparativos – o Canadá, nesse quesito, também não está bem na fotografia.

Mais abaixo na tabela de percentuais estão Indonésia (3,2%), Rússia (2,8%), China (2,3%) e República do Congo (0,6%) – estranhamente, um país pobre, africano, tem o menor índice.

Só foram avaliados países que têm mais de 1 milhão de km² de cobertura florestal.

Na classificação por continentes, a América do Norte ficou em primeiro e a

América do Sul em segundo. Quanto aos quatro ecossistemas mais devastados, as regiões boreais ficaram em primeiro, seguidas pelas florestas tropicais úmidas, tropicais secas e temperadas.

A perda de cobertura florestal, no caso, inclui causas naturais (incêndios, pragas etc.) e humanas (desmatamento para a agricultura, a extração de madeira etc.).

No Brasil, segundo o estudo, a Amazônia perdeu cerca de 26 mil km²/ano, e o cerrado, 7 mil km²/ano. A Rússia tem a maior cobertura florestal do mundo, seguida pelo Brasil, Canadá e pelos Estados Unidos.

PNAS, 26/04/10 on-line

BIOLOGIA

O MAR NÃO ESTÁ PARA PEIXE

Navios pesqueiros do Reino Unido têm hoje que trabalhar quase 20 vezes mais para apanhar a mesma quantidade de peixe que há 120 anos. Razão (meio óbvia): os estoques desse alimento caíram. Razão (impressionante): caíram 94% de lá para cá.

Esses resultados foram obtidos pela equipe de Callum Roberts, da Universidade de York (Reino Unido), ao analisar os registros de quanto peixe tem sido capturado em portos britânicos desde o século 19. Quatro vezes mais peixes eram trazidos à terra há cerca de 100 anos, com o pico de captura ocorrendo em 1938.

A grande mudança na tecnologia de pesca se deu no século passado, quando os barcos perderam as velas e ganharam motores. Isso permitiu a pesca com praticamente qualquer condição dos ventos e das águas.

Assim que os estoques costeiros começaram a rear, os navios passaram a ir mais longe, em busca de mais cardumes, o que se deu com mais intensidade a partir do início da década de 1920. Hoje, segundo o estudo, é preciso um esforço 17 vezes maior quando comparado àquele necessário no final do século 19 – e isso mesmo se levando em conta que a tecnologia pesqueira foi muito aprimorada desde então.

A indústria pesqueira, por meio de sua organização, a Seafish, reagiu aos resultados. Alega que, na última década, começou a implantar ações para recuperar estoques. Roberts, no entanto, diz que elas são de pouca valia. Citou, à *BBC News*, raciocínio mais ou menos assim: obter 50% de aumento de uma espécie cujos estoques atuais representam apenas 2% daqueles de há 100 anos é fazer com que a quantidade desses peixes atinja apenas 3% do que foi naquela época. Ou seja, estatísticas enganam.

Segundo os autores, o declínio – classificado como extraordinário – se deu bem antes de a União Europeia colocar em vigor as políticas de pesca para seus membros.

As prioridades recomendadas pelos autores são estabelecer: i) a proteção dos estoques; ii) metas para a recuperação deles. Parece simples. Mas é justamente aí que entram em cena os interesses econômicos, pois ninguém quer perder.

Nature Communications, 04/05/10

SINTONIA FINA

A sempre atenta *The Scientist* (v. 24, n. 3, p. 29, 2010) traz texto cuja essência é resumida na seguinte questão: pornografia seria boa para a sociedade? O autor é Milton Diamond, professor do Departamento de Anatomia, Bioquímica e Fisiologia da Universidade do Havaí (Estados Unidos). Ele escreve que poucos trabalhos ainda tentam entender a relação entre disposição de pornografia e comportamentos antissociais e crimes sexuais. A grande maioria desses estudos não aponta relação casual entre esses dois fatores. Ou seja, a exposição à pornografia não leva à criminalidade ou comportamentos considerados anormais. Diamond cita dados intrigantes: De 1975 a 1995, nos Estados Unidos, o número de estupros diminuiu nas faixas etárias de 20 a 24 anos e 35 a 34 anos (justamente, diz ele, quem mais usa a internet). Cita estudo que classifica como bem-feito: nas décadas de 1970 e na seguinte, na Dinamarca, Suécia, Alemanha Oriental e nos Estados Unidos, à medida que a disponibilidade de pornografia aumentou, o número de estupros caiu. Ele segue: estudos posteriores no Japão, na Croácia, Polônia, Finlândia e República Tcheca corroboraram essa relação. E mais surpreendente: em países que permitem a posse de pornografia infantil, os abusos contra crianças vêm diminuindo. Outros dados citados: esturpadores e pedófilos parecem usar menos pornografia que homens não criminosos. Porém, para esta coluna, a relação mais intrigante (e reveladora): há alta relação causal direta entre crimes sexuais e educação religiosa repressiva. Diamond também cita resultados que mostram que homens que assistiram a filmes pornográficos parecem ser mais tolerantes com as mulheres. Diamond é enfático: não há evidência de relação entre exposição à pornografia e abusos ou crimes contra mulheres. Dados extras: a pornografia movimenta cerca de US\$ 4 bilhões/ano nos Estados Unidos, país em que são feitos cerca de 10 mil filmes pornográficos/ano; um quarto dos usuários da internet baixa pornografia; em setembro de 2003, 9,4 milhões de mulheres norte-americanas acessaram sites pornográficos. Para quem acha que pornografia deveria ser ilegal, Diamond relata estatística que dá o que pensar: nos Estados Unidos, um em cada 138 residentes está preso; se pornografia se tornasse ilegal, haveria mais gente nas cadeias do que fora delas. O texto de Diamond é adaptado de artigo de revisão publicado em *International Journal of Law and Psychiatry* (v. 32, pp. 304-314, 2009). Se o leitor tem acesso, vale a leitura.

PALEONTOLOGIA

GENE PARA ENTRAR NUMA FRIA

África, algo entre 1,2 milhão e 2 milhões de anos atrás. Por razão desconhecida, ancestrais dos mamutes lanosos – popularizados na figura do simpaticamente mal-humorado Manny, de *A Era do Gelo* – começam a seguir rumo às altas latitudes, em direção ao Ártico. Mas a imigração coincide com drástica mudança climática naquelas regiões, tornando-as incrivelmente frias.

Como um corpo adaptado ao calor africano poderá sobreviver em ambiente tão frio? Agravante: a hemoglobina, em baixas temperaturas, perde sua atividade principal: entregar oxigênio aos tecidos.

Pesquisadores canadenses e australianos desconfiaram de adaptação (mutação) no gene que dá as instruções para a fabricação dessa proteína. E eles estavam certos. Mas chegar a essa conclusão demandou tempo e inventividade científica.

Primeiramente, os autores isolaram e sequenciaram o material genético do sangue de três mamutes siberianos de mais de 40 mil anos, encontrados em relativo bom estado de conservação. Depois, injetaram em bactérias (*E. coli*) a parte desse material genético que continha a ‘receita’ para a fabricação da hemoglobina. Os micro-organismos passaram a fabricar essa proteína – segundo os autores, de forma idêntica àquela que seria extraída do sangue de um mamute lanoso.

Os resultados indicaram três alterações genéticas que permitiram à hemoglobina levar o oxigênio aos tecidos mesmo no frio. Sem essas mutações, dizem os autores, os mamutes lanosos do norte teriam que comer muito mais no inverno para sobreviver. As mutações, segundo a equipe, permitiram que esses animais se adaptassem ao clima frio e explorassem novos territórios.

As hemoglobinas de elefantes atuais, africanos ou asiáticos, não podem fazer essa tarefa em baixas temperaturas.

Nature Genetics, 02/05/10 on-line

Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/R

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), THE SCIENTIST DAILY, EPFL NEWS E ACS PRESS PAC



SPENCER SUTTON/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

LEIA NA CH ON-LINE

TECNOLOGIA > **Pele sob controle** > Estudante de doutorado de universidade norte-americana cria mecanismo para projetar botões, teclados e imagens no próprio corpo.

→ <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/pele-sob-controle>

ZOOLOGIA > **Lagartos em alerta vermelho** > Estudo internacional aciona alarme para o futuro dos lagartos: se o aquecimento global continuar no ritmo atual, dentro de 70 anos, 20% das espécies estarão extintas. → <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/05/lagartos-em-alerta-vermelho>

BIOLOGIA > **Luz animal** > O espetáculo de luz e cores dos animais bioluminescentes – que geram luz a partir de processos químicos – impressiona cientistas por todo o mundo. Entenda as principais conclusões sobre esse fenômeno e observe a bioluminescência em fotos e vídeo impressionantes. → <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/05/luz-animado>

E MUITO MAIS EM www.cienciahoje.org.br

Quero ser Gepetto

Franklin Rumjanek

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



Novamente, observamos a mesma agitação. A comunidade científica divide-se em suas opiniões, a Igreja prega a cautela, os ambientalistas chamam a atenção para a possibilidade de mais desastres ecológicos, os políticos apressam-se a pedir a formação de comissões especiais para investigar os fatos e para debater leis restritivas e o público em geral, livremente, dá asas à imaginação. Todo esse alvoroço em função do recente anúncio, feito pelo geneticista norte-americano Craig Venter, na revista científica *Science*, da suposta criação de vida sintética ou artificial. Embora o trabalho de Venter e colaboradores esteja longe de ser a criação de vida em laboratório, ele próprio alimenta um pouco essa noção. Quando perguntado se ele e sua equipe estão “brincando de Deus”, afirmou modestamente que não é bem isso, mas percebe-se que, no fundo, é assim que ele quer ser conhecido.

O que fizeram Venter e sua equipe? Substituíram o genoma de um micro-organismo, *Mycoplasma capricolum*, pelo genoma de outro similar, *Mycoplasma mycoides*, que foi remontado em laboratório a partir de pequenos fragmentos sintéticos de DNA. O genoma transplantado baseia-se, na verdade, em sequências ‘selvagens’ (naturais), e só tem de novidade uns trechos inseridos que serviram como marcas para que os cientistas confirmassem que de fato esse era o genoma funcional das bactérias que receberam o transplante. Do ponto de vista biotecnológico, o trabalho tem valor, pois resolveu alguns problemas técnicos e introduziu outras tantas estratégias que, sem dúvida, serão aproveitadas em outros laboratórios que usam a manipulação do DNA como ferramenta para seus respectivos projetos. Mas a vida, definitivamente, não foi criada.

Em seu manuscrito, o próprio Venter confirma isso, ao dizer que lançou mão de bactérias vivas como anfitriãs para o novo DNA, mas essa ‘confissão’ está colocada quase nas entrelinhas, como algo para não se prestar muita atenção. A introdução de DNA estranho em células diversas tampouco é novidade. Já há muito tempo os pesquisadores têm empregado técnicas de ‘transfecção’ para isso,

usando inclusive células nucleadas. O que Venter fez foi elevar a escala de dificuldade e introduzir um genoma inteiro no micro-organismo receptor.

Mas há limitações. O tamanho do DNA transplantado, por exemplo, está mais ou menos no limite das dificuldades técnicas atuais. O genoma escolhido tinha que ser pequeno, daí o trabalho com micoplasmas, organismos situados no limite inferior da complexidade, que contêm os menores genomas possíveis e compatíveis com a vida autônoma. Outro problema encontrado por Venter e equipe foi a especificidade entre genoma e organismo. Por isso, o transplante só foi viável entre espécies semelhantes e compatíveis. E assim por diante.

O que de fato poderia ser considerado como a criação de vida? Para os biólogos (que, por sinal, sentem grande dificuldade em definir o que é a vida), seria necessário criar, sinteticamente, um compartimento ao qual seriam adicionados, de maneira organizada, os vários elementos da célula, como enzimas, proteínas estruturais e várias outras substâncias químicas integrantes das vias metabólicas, em seguida introduzir tudo isso em organelas (que também teriam de ser fabricadas) e então acrescentar o DNA. Se tal conjunto exibisse as manifestações típicas da vida, incluindo a reprodução, aí, sim, cientistas como Venter poderiam fazer jus à imagem que ele quer projetar.

Portanto, nada de pânico. Todos podem ficar tranquilos quanto à verdadeira vida sintética. Esta não se encontra sequer no horizonte mais remoto. A despeito disso, ao final de seu texto, os autores do trabalho da criação de uma nova bactéria mencionam, como bons moços que são, que já vêm discutindo há algum tempo os aspectos éticos que seus resultados certamente trazem à tona. Como diriam minhas velhas tias, “pretensão e água benta...” ■

Todos podem ficar tranquilos quanto à verdadeira vida sintética. Esta não se encontra sequer no horizonte mais remoto.

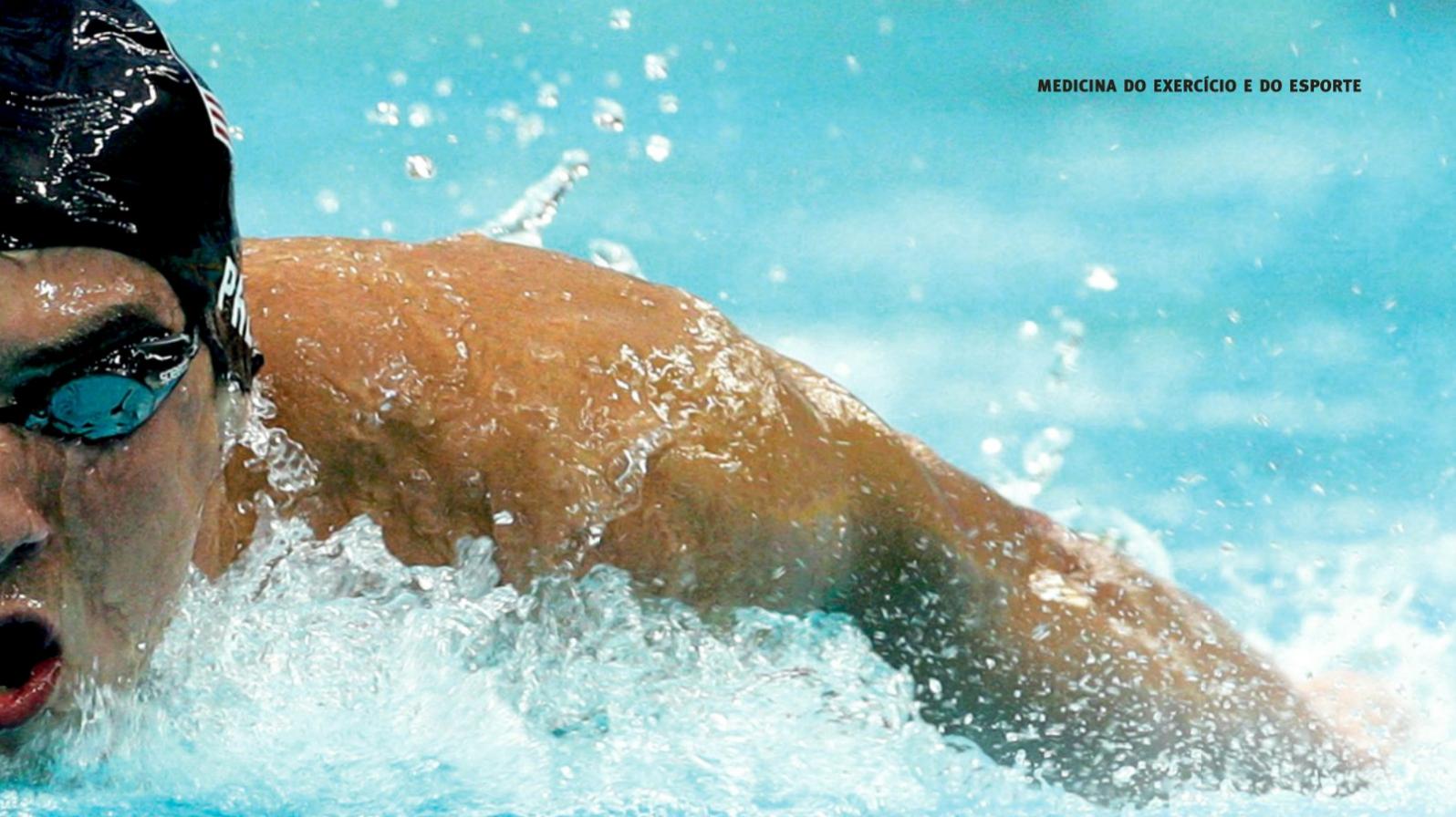


FREQUÊNCIA CARDÍACA E EXERCÍCIO FÍSICO

Durante um jogo de futebol, tanto os atletas quanto os amigos que se reúnem em um fim de semana, assim como os jogadores da seleção brasileira que este mês começa a disputar mais uma Copa do Mundo, apresentam grandes variações no ritmo dos batimentos do coração. Estudos sobre esse ritmo – a frequência cardíaca – em condições de repouso e de exercício fornecem informações relevantes sobre o funcionamento do coração, que podem ser úteis no treinamento de atletas de diferentes esportes e no desenvolvimento de novas formas de diagnóstico e de tratamento para disfunções e doenças desse órgão. Este artigo reúne alguns resultados dessas pesquisas, que derrubam mitos e apontam caminhos para um estilo de vida mais saudável.

Claudio Gil S. Araújo

Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Gama Filho, e Clínica de Medicina do Exercício (Clinimex)



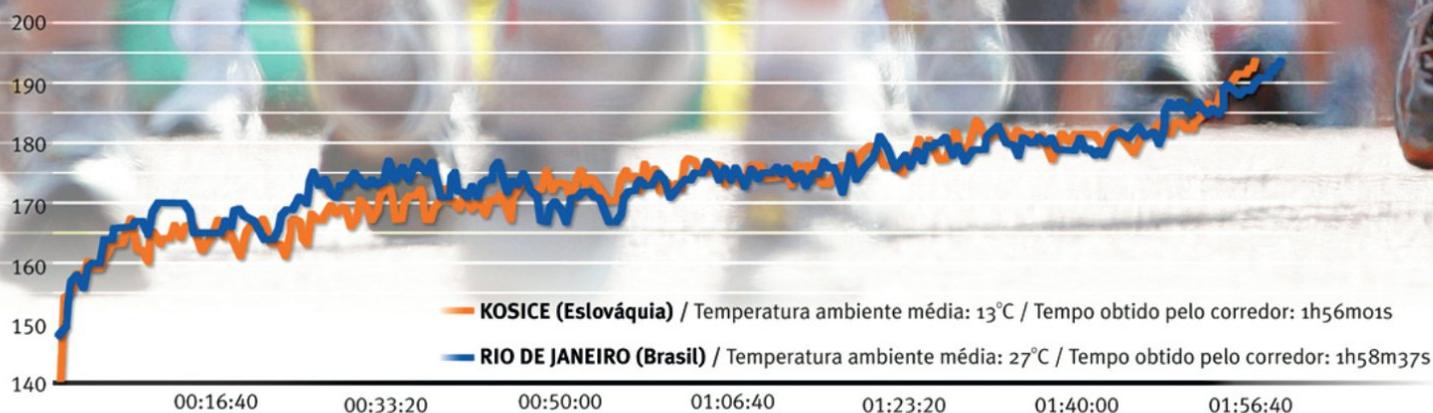
O coração humano é um órgão complexo, com duas bombas que funcionam no mesmo ritmo. Seu lado direito bombeia sangue venoso para os pulmões, onde ocorre a eliminação do gás carbônico e a absorção do oxigênio pelos glóbulos vermelhos, e seu lado esquerdo bombeia o sangue renovado para o restante do corpo, fornecendo oxigênio e outros nutrientes vitais para tecidos e órgãos. O coração é uma bomba de fluxo intermitente, diferentemente das bombas usadas para retirar água de um poço ou encher a caixa d'água no alto de um edifício, que apresentam fluxo contínuo.

Um ciclo cardíaco (um 'batimento') tem dois períodos distintos: um de enchimento, denominado diástole, e outro de esvaziamento ou de bombeamento propriamente dito, chamado de sístole. A vazão cardíaca, tecnicamente conhecida como 'débito cardíaco', é, portanto, o produto de duas variáveis: o número de vezes em que o coração se contrai, ou bate (frequência cardíaca), e o volume de sangue ejetado pelo órgão em cada sístole (volume sistólico). O cálculo do débito cardíaco é baseado no volume bombeado por um dos lados do coração.

Um fato importante é que o coração funciona como uma bomba inteligente, ou seja, sua vazão (normalmente medida em litros de sangue ejetados por minuto) é ajustável, dentro de certos limites, às necessidades do organismo. Esse ajuste ocorre por meio de variações do volume sistólico e principalmente

da frequência cardíaca. Esta é controlada primariamente – e de modo involuntário – pelos dois ramos do nosso sistema nervoso autônomo, com o ramo simpático acelerando os batimentos e o parassimpático (ou vago) freando. Em geral, esses dois componentes atuam ao mesmo tempo, quase sempre com algum grau de intensidade e de modo antagônico. Uma simples medida da frequência cardíaca nos informa bastante sobre o funcionamento do coração.

Atletas de modalidades esportivas aeróbicas, como nadadores, corredores de longa distância, ciclistas, remadores e praticantes de triatlo, tendem a apresentar frequência cardíaca de repouso mais baixa que a de indivíduos sedentários. Exercício aeróbico é aquele em que as exigências de energia dos músculos são supridas predominantemente por processos metabólicos que usam o oxigênio obtido por meio da respiração. Normalmente, esse tipo de exercício dura vários minutos, e pode chegar a horas. Em nossa experiência, já encontramos um maratonista de elite com frequência cardíaca de apenas 27 batimentos por minuto em repouso (bpm), enquanto em adultos saudáveis e não atletas costuma ficar entre 60 e 80 bpm. A bradicardia (frequência mais baixa) de repouso pode ser identificada após alguns meses de treinamento aeróbico em indivíduos previamente sedentários. Além disso, indivíduos fisicamente treinados e saudáveis, assim como os jovens, tendem a apresentar maior variação da frequência cardíaca em repouso, em especial ao respirar de forma lenta e profunda.



Ao menos em parte, essas adaptações ao treinamento devem-se a modificações do controle que o sistema nervoso autônomo exerce sobre o coração. Ao contrário do que muitos leigos pensam, uma frequência cardíaca em repouso muito constante e que não varia com a respiração não é saudável e pode indicar disfunção do sistema autônomo, mais frequentemente associada ao diabetes melito e a doenças das artérias coronárias.

No imaginário popular, o coração destaca-se entre os órgãos do corpo, sendo muitas vezes considerado o centro das emoções. Essa ideia equivocada se explica, ao menos em parte, pelo fato de que, quando sentimos alguma emoção mais intensa, é no coração e não no cérebro que percebemos os efeitos: os batimentos mais fortes e mais rápidos. Neste artigo, exploraremos conceitos e mitos sobre o comportamento da frequência cardíaca no exercício físico, adicionando, aqui e ali, resultados das nossas pesquisas nos últimos 35 anos sobre esse tema.

Uso popular das medidas de frequência cardíaca

Em passado não tão distante, profissionais de saúde e praticantes de exercício físico literalmente contavam o pulso para determinar a frequência cardíaca. Sentindo nas pontas dos dedos as pulsações de artérias periféricas, como a radial (no punho, mais adequada) e a carótida (no pescoço, menos apropriada), em intervalos curtos de tempo (10 segundos,

Figura 1. Curvas de frequência cardíaca de um homem de cerca de 50 anos ao longo de duas meias-maratonas (21 km), em Kosice, na Eslováquia (linha laranja), e no Rio de Janeiro (linha azul). Esse indivíduo manteve-se, na maior parte da prova, abaixo do seu limiar anaeróbico de 178 batimentos por minuto, superando esse valor apenas no final dos dois percursos (o que é normal em corridas longas)

por exemplo) e multiplicando o número de pulsações (por seis, no mesmo exemplo) para obter o total em um minuto. O avanço da tecnologia, porém, trouxe os monitores de frequência cardíaca, ou frequencímetros. Usados como relógios (alguns até mostram as horas), esses equipamentos captam, por ondas de rádio, sinais emitidos por sensores de uma cinta presa ao tórax, determinando precisamente a frequência cardíaca.

Atualmente, há grande diversidade de fabricantes e de modelos de monitores de frequência cardíaca, alguns deles, mais sofisticados, capazes inclusive de medir e gravar a duração de cada ciclo cardíaco durante todo o exercício físico. A maioria, no entanto, apresenta no visor uma frequência cardíaca média efetiva dos últimos poucos segundos, reduzindo ou eliminando sinais incorretos causados por fatores mecânicos (mau contato da cinta com o tórax, por exemplo) ou por alguns batimentos irregulares, conhecidos como extrassístoles. Esses aparelhos popularizaram a monitoração da frequência cardíaca durante o exercício físico, em especial por aqueles que querem um controle mais preciso da intensidade do esforço realizado.

Medindo e usando a frequência cardíaca máxima

Durante o exercício, a frequência cardíaca tende a aumentar, mas há um limite a partir do qual, mesmo com o aumento da intensidade do esforço, ela não sobe mais. Esse valor é chamado de frequência cardíaca máxima e tende a diminuir lentamente a partir dos 20 anos de idade. Algumas fórmulas para estimar a frequência máxima se popularizaram, como diminuir a idade (em anos) do número 220, mas têm margem de erro grande, já que essa frequência assim estimada pode apresentar amplas variações de um indivíduo para outro. Isso pode ser ilustrado por dados obtidos, em nossos estudos, com 218 jogadores profissionais de futebol: a frequência cardíaca máxima desses atletas variou de 163 a 217 bpm, com média de 193 bpm.

Considerando essa variabilidade, não é incomum encontrar frequência cardíaca máxima ao redor de 200 em indivíduos de 30 ou 40 anos, sem que isso represente uma anormalidade clínica ou mesmo estatística. Na verdade, valores relativamente altos dessa frequência máxima para uma dada idade provavelmente sugerem um coração 'mais jovem', sendo vistos como sinais clínicos favoráveis, indicadores de vida mais longa e não de doença ou risco de infarto ou morte. Na prática, um coração saudável pode chegar várias vezes ao seu máximo sem 'quebrar' ou ser danificado.

Para descobrir a frequência cardíaca máxima de um indivíduo, é necessário submetê-lo a um esforço muito intenso, que leve à exaustão em alguns minutos. Isso é feito com maior frequência por meio de um teste de exercício máximo (chamado por alguns de teste ergométrico), no qual o indivíduo realiza um esforço contínuo, com intensidade progressivamente crescente, em esteira rolante ou em 'bicicleta' ergométrica. Estudos do nosso grupo de pesquisa indicam que a motivação do indivíduo sendo testado e a experiência do avaliador são fatores determinantes para a obtenção da verdadeira frequência cardíaca máxima em um teste de exercício.

Quando o teste de exercício é feito com coleta e análise de gases expirados, também é possível obter outros indicadores importantes de desempenho físico, como o limiar anaeróbico, definido, de forma simplificada, como a intensidade do esforço na qual os músculos começam a obter energia por meio de processos metabólicos que não usam oxigênio (ou seja, é o limite em que os processos baseados nesse elemento não são mais suficientes para gerar a energia necessária para o esforço). O limite anaeróbico é alcançado, por exemplo, em modalidades esportivas que exigem grande esforço concentrado e relativamente prolongado, como algumas provas de corrida com duração entre dois e cinco minutos (800 m e 1.500 m, por exemplo).

A identificação da frequência cardíaca em que ocorre o limiar anaeróbico permite prescrever, com maior precisão, a intensidade de exercício e o ritmo de batimentos que não deverão ser excedidos em um treinamento físico primariamente aeróbico. Essa informação é relevante tanto para um atleta quanto para um portador de doença coronariana que esteja participando de um programa de exercício supervisionado.

Esforços longos ou com alternância de ritmo

Em um exercício prolongado e de ritmo constante, como uma caminhada com mais de 30 ou 40 minutos de duração, pode ocorrer um aumento lento e progressivo da frequência cardíaca, mesmo quando não aceleramos o passo. Esse fenômeno, conhecido como *cardiovascular drift* ('desvio cardiovascular', em tradução livre), parece depender da necessidade de troca de calor e resulta da desidratação e do maior desvio de sangue para a pele. Como o volume de sangue circulante diminui, o fluxo em cada sístole também cai e, para manter constante o débito cardíaco, é preciso um aumento proporcional do número de batimentos.

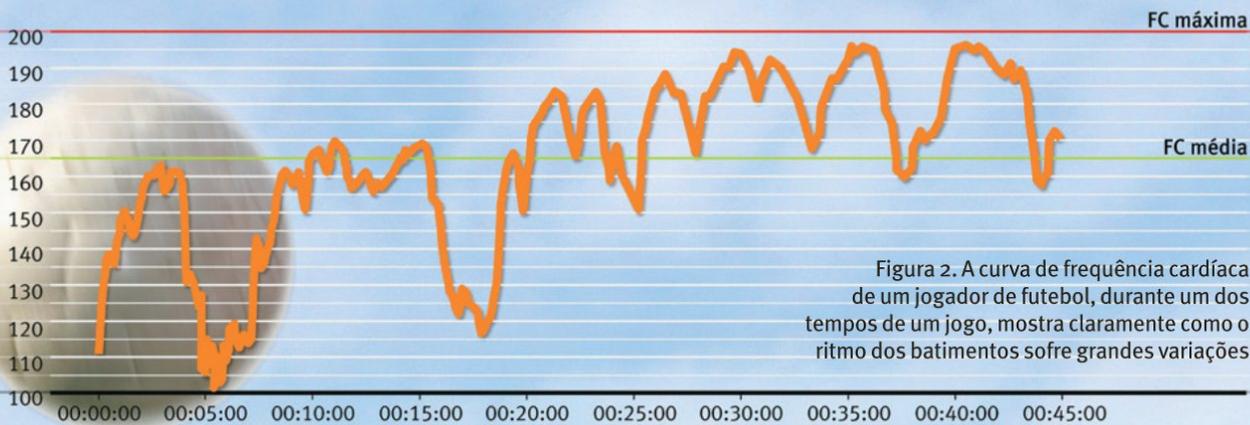


Figura 2. A curva de frequência cardíaca de um jogador de futebol, durante um dos tempos de um jogo, mostra claramente como o ritmo dos batimentos sofre grandes variações

Isso é menos evidente na natação e no ciclismo de rua, nos quais a eliminação do calor produzido pelo metabolismo é facilitada pelas condições externas, e mais evidente nas aulas de *spinning* e nas corridas de longa duração ao ar livre, quando o estresse térmico tende a ser bem maior. Na prática, quando a frequência cardíaca começa a aumentar muito rapidamente com dificuldade em manter o desempenho físico, é sinal importante para reduzir o ritmo ou até para interromper o exercício.

A aplicação prática desses conceitos pode ser ilustrada com as curvas de frequência cardíaca de um homem saudável, com cerca de 50 anos e fisicamente treinado, ao longo de duas meias-maratonas (figura 1). Esse indivíduo tem frequência cardíaca máxima de 204 bpm e frequência de limiar anaeróbico de 178 bpm. A primeira prova, em Kosice (Eslováquia), onde a temperatura ambiente média era de 13°C, foi completada em 1h56min01s, e a frequência cardíaca média foi de 173 bpm. A segunda, no Rio de Janeiro, com temperatura média de 27°C, foi completada em 1h58min37s, e a frequência média ficou em 177 bpm.

Os dados indicam um desempenho um pouco pior e uma frequência cardíaca média levemente mais alta na prova realizada no Rio de Janeiro, em especial na primeira metade do trajeto, decorrente da temperatura ambiente mais elevada. Observa-se ainda que esse corredor procurou não exceder o seu limite anaeróbico, de 178 bpm, na quase totalidade dessa prova, tornando-a mais rápida e, também, razoavelmente confortável e clinicamente segura.

Algo diferente ocorre nos casos em que a intensidade do exercício varia muito, como ao jogar futebol, dançar ou lutar judô. Nessas situações, a frequência cardíaca comporta-se de modo similar, variando de acordo com a intensidade do esforço (figura 2). Monitorando a frequência de jogadores profissionais, durante uma partida de futebol, observamos que, nos momentos mais acirrados da disputa, eles atingem por alguns instantes valores bem próximos aos da frequência máxima obtida em testes de exercício no laboratório. De fato, não é incomum que, em função do estresse térmico (calor e umidade elevados) e psicológico (torcida e caráter competitivo), esses atletas alcancem, em situações de jogo, valores de frequência máxima mais altos que aqueles obtidos em um laboratório adequadamente climatizado e em condições de menor estresse psicológico.

Ritmo dos batimentos na transição repouso-exercício

Entre as respostas fisiológicas da frequência cardíaca ao exercício, talvez a mais interessante seja a rápida aceleração inicial. Quando um movimento é iniciado, as articulações e os tendões e músculos enviam instantaneamente para o cérebro informações nervosas e, em menos de um segundo, a atividade do sistema autônomo parassimpático – que ‘freia’ os batimentos do coração – é substancialmente reduzida, o que resulta em aumento da frequência cardíaca. Nossas pesquisas trouxeram várias contribuições para uma melhor compreensão dessa resposta.

Utilizando drogas capazes de bloquear isoladamente os ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo, comprovamos que a aceleração da frequência cardíaca nos primeiros quatro segundos, ao pedalarmos rapidamente em uma ‘bicicleta’ ergométrica sem resistência (desligada



FOTO GUSTOMAGES/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL D/LATINSTOCK

da corrente elétrica ou sem carga adicionada) é causada exclusivamente pela diminuição da atividade do ramo parassimpático. A variação típica da frequência cardíaca nessa avaliação, chamada de 'teste de quatro segundos', alcança entre 30% e 40%, passando, por exemplo, de 75 para 100 bpm. Essa resposta da frequência ao início do exercício tende a diminuir com o envelhecimento, em especial após os 70 anos.

Na presença de certas enfermidades – diabetes, doença das artérias coronárias e doença de Chagas – e mesmo em condições físicas desfavoráveis, como cintura muito larga e excesso de gordura corporal, essa resposta também é muito reduzida ou eliminada, o que parece não ser saudável. Nossos dados preliminares sugerem maior taxa de mortalidade em adultos com mais de 40 anos incapazes de acelerar normalmente a sua frequência cardíaca no teste de quatro segundos.

Interessantemente, essa resposta fisiológica depende da vontade do indivíduo. Utilizando uma bicicleta de dois lugares, demonstramos que a inibição do sistema parassimpático era praticamente idêntica quando o indivíduo pedalava (exercício ativo) ou quando um investigador sentado no segundo selim pedalava e com isso movia as pernas do avaliado (exercício passivo) nos outros

pedais. Respostas idênticas de aceleração inicial da frequência cardíaca foram também obtidas quando diversas formas de exercício foram comparadas: mover as pernas ou mover os braços com rapidez, ou ainda elevar os joelhos rápida e alternadamente.

A avaliação de mais de 700 atletas no teste de quatro segundos gerou outros dados interessantes. Os atletas tendem a ter um predomínio parassimpático em repouso, de modo que, com o exercício, esse 'freio' é mais rapidamente removido e a frequência cardíaca torna-se mais acelerada do que nos indivíduos saudáveis e não atletas da mesma idade. No entanto, atletas de esportes com acentuada variação de ritmo, como aqueles com bola e as lutas marciais, quase sempre mostram nesse teste maior aumento da frequência cardíaca, em relação a não atletas. Entre os atletas do segundo grupo também podem ocorrer diferenças. Um exemplo é o dos jogadores de futebol que se destacam pela capacidade de suportar alternância do ritmo de jogo – caso daqueles conhecidos como 'laterais'. Esses atletas conseguem, às vezes, mais do que duplicar a frequência cardíaca em apenas quatro segundos de pedalada rápida e sem carga.

As informações obtidas com o teste de quatro segundos, assim como os dados das avaliações da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis (sedentários ou não), em portadores de doenças e em atletas de diferentes modalidades esportivas, sejam as de esforço constante ou as de intensidade variável, são importantes para uma melhor compreensão do funcionamento do organismo humano. Além disso, podem ter variadas aplicações, não apenas nos esportes, visando melhorar o desempenho dos atletas, mas também – e principalmente – na medicina, permitindo desenvolver novas formas de avaliar o risco e a evolução de disfunções e doenças, de identificá-las clinicamente e de tratá-las. ■

Sugestões para leitura

- ALMEIDA, M. B. & ARAÚJO, C. G. S. 'Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca', in *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 9, nº 2, p. 104, 2003 (disponível em versão integral em www.scielo.org).
- ARAÚJO, C. G. S. 'Respostas cardiorespiratórias a um exercício submáximo prolongado', in *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 41(1), p. 37, 1983 (disponível em www.arquivosonline.com.br).
- RAMOS, P. S. & ARAÚJO, C. G. S. 'Lower cardiac vagal tone in non-obese healthy men with unfavorable anthropometric characteristics', in *Clinics*, v. 65(1), p. 45, 2010 (disponível em www.scielo.org).
- SILVA, B. M.; VIANNA, L. C.; OLIVEIRA, R. B.; RICARDO, D. R. & ARAÚJO, C. G. S. 'Similar cardiac vagal withdrawal at the onset of arm and leg dynamic exercise', in *European Journal of Applied Physiology*, v. 102(6), p. 695, 2008 (disponível no Portal periódicos Capes).

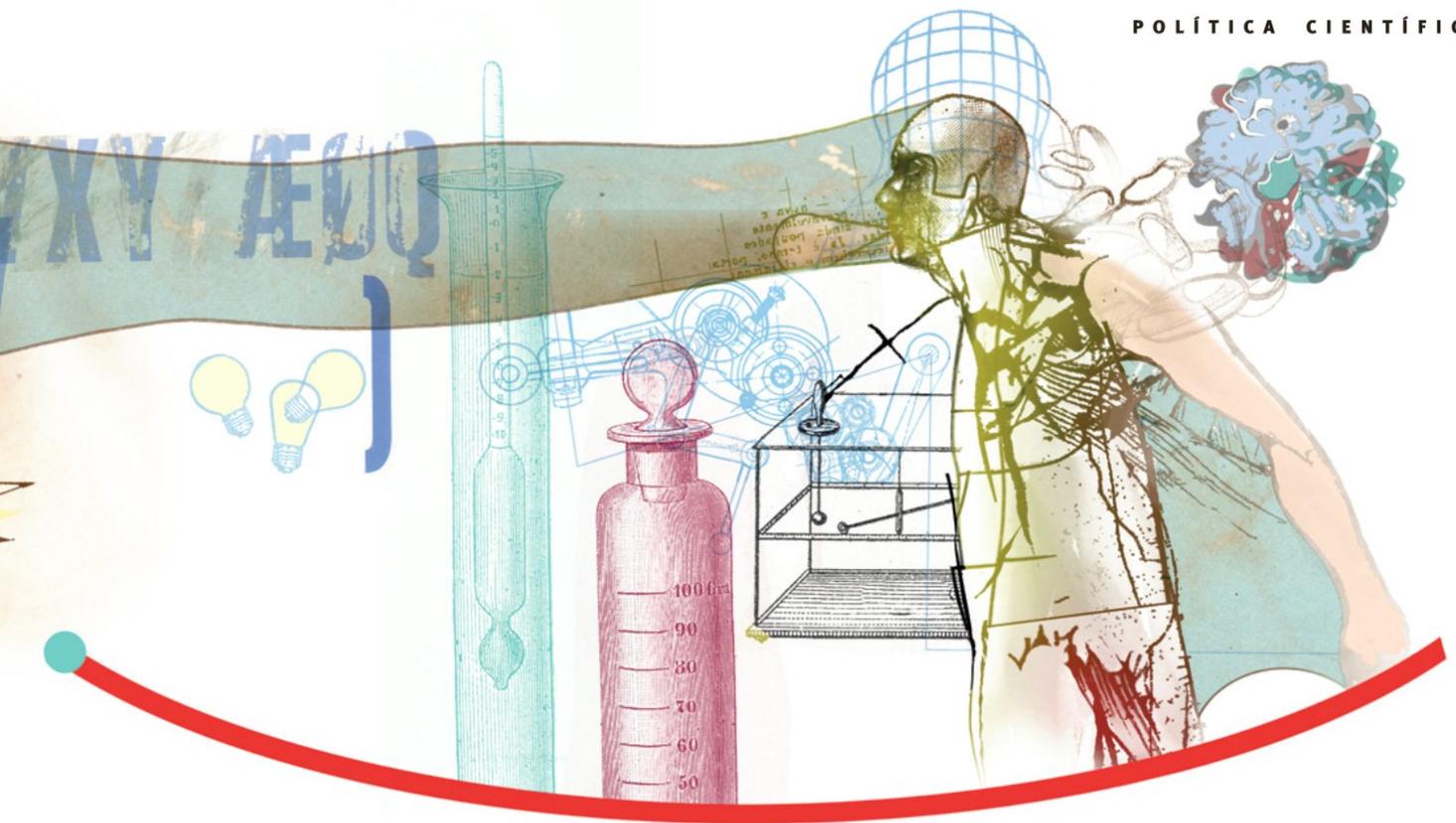


DIÁLOGO

Cooperação entre empresas e universidades cresceu, mas ainda não está totalmente madura

No dia 14 de dezembro do ano passado, a minuta para a regulamentação da Lei Estadual de Inovação Tecnológica foi discutida na Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (Alerj). Essa legislação foi criada para promover a interação, no estado, entre empresas, instituições científicas e agências de fomento, gerando ambientes voltados para a inovação. A lei é parte de um movimento de aproximação entre a indústria e os produtores de conhecimento científico, especialmente as universidades. Apesar de ter ganhado força no final do século passado, esse relacionamento ainda não está maduro no Brasil, embora tenha progredido muito nos últimos 20 anos e existam casos de sucesso.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ



EM EVOLUÇÃO

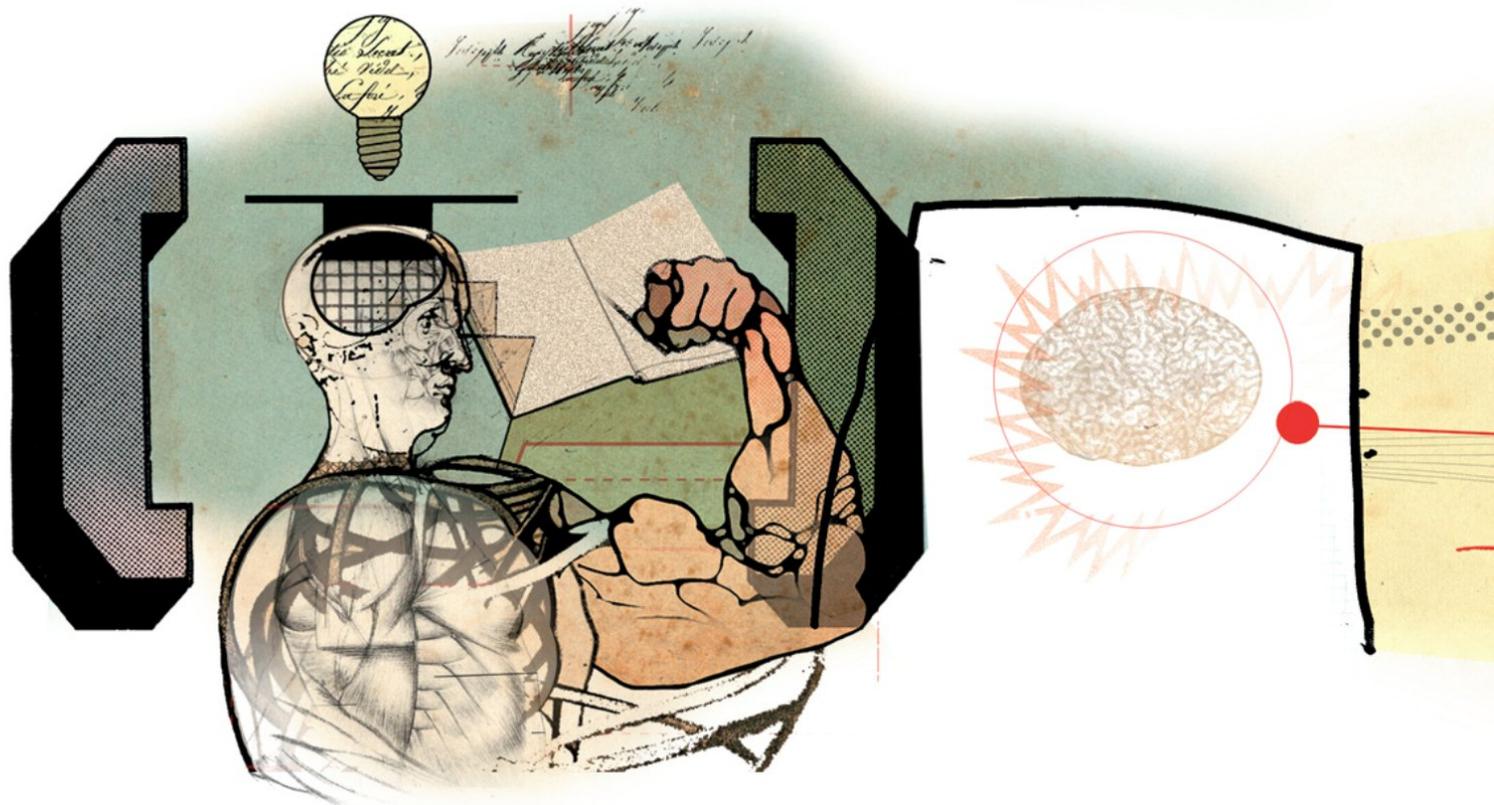
A história desse movimento no Brasil começa curiosamente com o setor agropecuário no início do século 20. A aproximação com a ciência garantiu a competência nacional nesse campo. Já com a indústria, a história foi mais recente, com episódios de interação a partir da década de 1940, concomitantemente com o início do processo de industrialização nacional. “Um exemplo disso foi a Metal Leve, que estabeleceu cooperações com a Escola Politécnica e o Instituto de Tecnologia da Aeronáutica [ITA]. Esses relacionamentos contribuíram para que essa empresa tivesse um papel importante no setor de peças automobilísticas e aeronáuticas”, ilustra o engenheiro Evando Mirra, do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

Com a modernização tecnológica dos anos 1970, a participação da universidade se tornou mais proeminente, mas tivemos que esperar até a década seguinte para que o entrosamento entre as instituições de pesquisa e a indústria se tornasse mais robusto e fosse progressivamente institucionalizado. “Isso

ocorreu em diferentes setores, como o metalmeccânico, o farmacêutico e o de informática”, exemplifica Mirra.

Segundo o engenheiro, embora existam objetivos comuns – gerar e aperfeiçoar tecnologias, por exemplo –, empresa e universidade tinham, e ainda têm, papéis distintos e competências complementares, assim como motivações. “No caso brasileiro, a maior motivação das instituições universitárias era buscar relevância para suas pesquisas, mercado para seus estudantes altamente qualificados e inserção no projeto tecnológico do país”, descreve.

Já as empresas, que necessitavam de competências complementares às suas, foram inicialmente atraídas pelos sistemas de financiamento criados pela associação com as universidades, como o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (Adten, da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep). “Na prática, isso era injeção de capital de giro a baixo custo. Mas os empresários rapidamente perceberam outras vantagens da pesquisa desenvolvida nas universidades e isso passou a ser um forte motivador da aproximação”, explica Mirra. ▶



CHEGAM OS NITS

A Lei da Inovação (10.973), de 2 de dezembro de 2004, foi um marco no relacionamento entre empresas e universidades. Regulamentada pelo Decreto 5.563, de 11 de outubro de 2005, ela veio estimular a participação de instituições de pesquisa no processo de inovação no país. Uma das maneiras pelas quais a lei fez isso foi a requisição de que as universidades e institutos criassem os seus Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). Esses órgãos têm como atribuições a proposição, o assessoramento, o acompanhamento e a avaliação das políticas e das atividades de proteção das criações, dos licenciamentos, da inovação e transferência de tecnologia adotados pela instituição.

Além disso, segundo o Artigo 17 da Lei de Inovação, as instituições de ciência e tecnologia devem enviar anualmente ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) informações sobre sua política de propriedade intelectual, criações desenvolvidas e proteções requeridas e concedidas, bem como contratos de licenciamento ou de transferência de tecnologia firmados. O formulário oficial para o fornecimento desses dados só foi aprovado em 8 de dezembro de 2006; portanto, os primeiros relatórios, que devem ser entregues ao ministério até três meses após o encerramento do ano ao qual se referem, são de 2007.

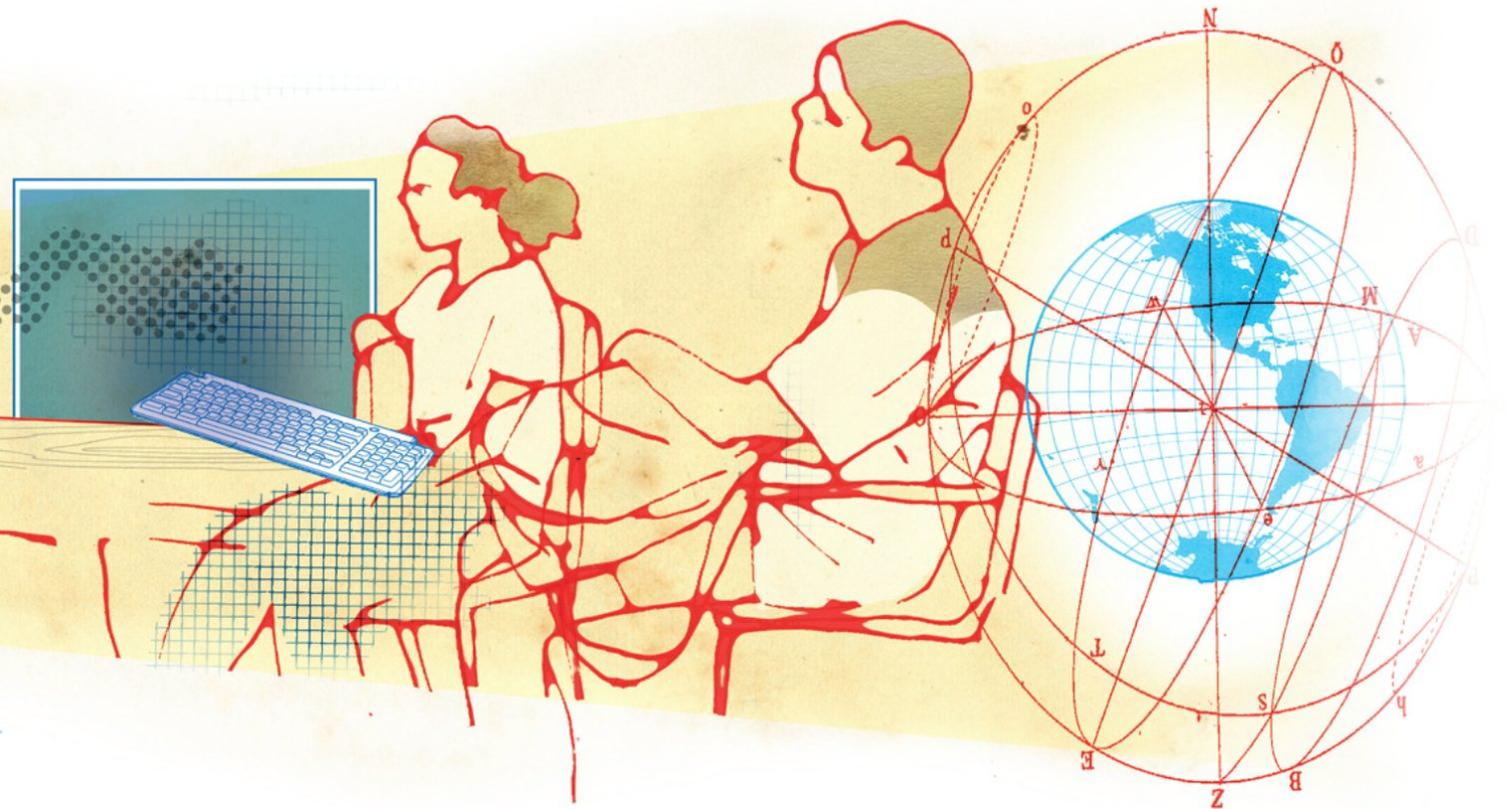
Segundo dados do MCT, em 2009 foram recebidos 101 formulários, um aumento de 40,2% em relação ao ano anterior e de 234,8% em relação a 2007. O número de NITs

também teve um crescimento expressivo, passando de 19 em 2006 para 75 dois anos depois. De acordo com o ministério, esse aumento seria resultado de vários eventos de divulgação da Lei de Inovação que geraram debates entre os órgãos governamentais e as instituições científicas e tecnológicas sobre a eficácia da legislação e a sua aplicação.

Em termos de transferência de tecnologia, os relatórios indicam um aumento significativo do volume de recursos financeiros obtidos com contratos de transferência ou de licenciamento. Em 2008, foram obtidos mais de R\$ 13 milhões, um crescimento de 265,8% em relação a 2007 e de 1.625,1%, quando comparado a 2006. O número de pedidos de patentes nesses últimos três anos, tanto no Brasil quanto no exterior, também cresceu.

UM FÓRUM ESPECÍFICO

Parte do sucesso desse florescimento da relação entre empresas e universidades pode ser atribuída ao Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec). Criado em maio de 2006, o Fortec é um espaço onde as instituições que desejam criar seus NITs podem obter diretrizes e interagir com outras que já têm seus núcleos. “É um lugar onde elas podem discutir problemas e objetivos comuns”, conta a administradora Marli Elizabeth Ritter dos Santos, coordenadora nacional do Fortec.



Ritter revela que o processo que deu origem ao Fortec começou em 1997, com a Rede de Propriedade Intelectual e Comercialização de Tecnologia (Repict), que era coordenada pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro. “Com o tempo, percebemos a necessidade de uma rede nacional”, acrescenta. O fórum contava inicialmente com 30 instituições, mas agora já são 160, incluindo UFRJ, UFMG e PUCRS, entre outros. E os encontros anuais – o quarto aconteceu entre os dias 28 e 30 de abril último – já têm quase 400 participantes.

“O objetivo do Fortec é criar condições para que essa aproximação possa ocorrer, seja capacitando recursos humanos ou difundindo boas práticas”, esclarece a coordenadora. Por meio da Agência Inova, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o fórum lançou um livro para capacitar gestores de NIT, que ensina como estruturar esses núcleos e transferir tecnologia. Outra colaboração, dessa vez com a Associação de Gerentes de Tecnologia de Universidade (AUTM, na sigla em inglês), resultou em dois manuais lançados também em abril.

O primeiro é uma obra básica de parcerias em pesquisa e desenvolvimento que dá uma visão prática de convênios e contratos. O segundo é a tradução de um manual de boas práticas da própria AUTM. “O Fortec é reconhecido internacionalmente – conseguimos firmar dois memorandos de cooperação com a Rede Curie, na França, e com a Praxis Unico, do Reino Unido, nossos equivalentes lá fora”, comenta Ritter.

EXEMPLOS GAÚCHO E MINEIRO

Ritter também é diretora do Escritório de Transferência de Tecnologia (ETT) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). O ETT foi criado em março de 2005 para gerir as ações de propriedade intelectual da universidade e é um desdobramento da Agência de Gestão Tecnológica (AGT) da PUCRS. “A ideia veio da Pró-reitoria de Pesquisa, em dezembro de 2004. Havia uma preocupação de caráter mais institucional, mas articulada com a política de pesquisa”, esclarece a administradora.

O ETT trabalha em sincronia com a AGT e o Parque Científico e Tecnológico da universidade, onde estão instaladas 50 empresas. A condição para fazer parte do parque é que a companhia tenha projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos. Ritter lista vários trabalhos em andamento atualmente, como a planta-piloto de produção de células voltaicas, feita com a Petrobras, Eletrobrás e CEEE; o circuito eletrônico de monitoramento de bois; e os conversores para TV digital. “No ETT, nos concentramos na proteção da propriedade intelectual e na transferência de tecnologia”, completa.

A Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) é outro exemplo de uma universidade que abraçou esse caminho plenamente. Sua Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica existe há 13 anos e cuida da política e redação de patentes, além do licenciamento de tecnologia. “Temos 600 grupos de pesquisa produzindo. Quando um resultado ▶



tem interesse industrial, avaliamos e patenteamos, para depois apresentar às empresas”, descreve Helena Heloíza Ribeiro Schor, coordenadora do Setor de Transferência de Tecnologia. Ela ressalta, no entanto, que o oposto também ocorre: a companhia pode ter uma demanda específica e procurar a universidade. “Na PUCRS também há essa via bidirecional”, complementa Ritter.

Segundo Schor, só em 2009, a UFMG licenciou 19 patentes, que já levaram ao desenvolvimento de três produtos. Um deles foi um tênis desenvolvido para a empresa Crômico, de Nova Serrana (MG). A companhia estava tendo dificuldades com a entrada dos calçados chineses no mercado e procurou a universidade para tentar obter um produto diferenciado. O problema foi investigado pelo Laboratório de Prevenção de Acidentes em Esporte (Laprev) e o Laboratório de Biomateriais (Labbio), que fizeram o diagnóstico e criaram um solado com amortecimento para uma nova linha de tênis. “Ele já está no mercado e é o produto mais rentável que a Crômico tem”, declara a coordenadora.

Esses são apenas exemplos, mas existem outras iniciativas bem-sucedidas nesse tipo de parceria. Tanto Mirra quanto Ritter acham que não procede o questionamento de que essa relação entre universidade e empresa poderia resultar em uma cooptação da primeira pela segunda, como se um laboratório universitário se tornasse uma extensão da companhia. Para eles, esse risco deixa de existir quando o relacionamento passa a ser institucionalizado. “A lei prevê a possibilidade de compartilhar os recursos e dá suporte jurídico. Além disso, há a política institucional da universidade, que disciplina a relação no seu âmbito”, observa Ritter.

RELAÇÃO MADURA?

Mas afinal, essa relação já está madura? Mirra afirma que todos os componentes do nosso universo de inovação estão em desenvolvimento. As universidades estão em estágios diversos de consolidação de seu projeto acadêmico e as empresas em etapas distintas de domínio das tecnologias e capacidade de inovação. “As universidades, por exemplo, só interagem bem nessa situação se têm excelência acadêmica”, nota o engenheiro.

Além disso, prossegue Mirra, o aparato jurídico e a visão dos órgãos de controle ainda estão distantes de um arcabouço justo e de práticas adequadas para esse universo inovador. Ele destaca a criação do Fortec como um passo relevante no processo de amadurecimento dessa cooperação entre instituições de pesquisa e companhias privadas. “Mesmo assim, nesse quadro, é fácil notar que a relação universidade-empresa ainda está em evolução, com graus distintos de maturidade nos diferentes agentes envolvidos”, conclui. ■

Sugestão de leitura

- ARBIX, Glauco. *Inovar ou Inovar*. Ed. Papagaio, 2007
 MIRRA, Evando. *A ciência que sonha e o verso que investiga – Ensaio sobre inovação, poesia, tecnologia e futebol*. São Paulo: Ed. Papagaio, 2009
 SUZIGAN, Wilson (org.). *A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil*. Wilson Suzigan; Eduardo da Motta e Albuquerque, Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008.
 RAPINI, Márcia Siqueira, SUZIGAN, Wilson, FERNANDES Ana Cristina de A., DOMINGUES, Edson, CARVALHO, Soraia S. M., CHAVES, Catari V. A *Contribuição das Universidades e Institutos de Pesquisa para o Sistema de Inovação Brasileiro*. ANPEC, 2009.
Caminhos da inovação: o novo ciclo do ouro. Belo Horizonte: FIEMG-IEL/FAPEMIG/Sebrae, 2009.



FONTES DE ENERGIA

Isótopos estáveis indicam
origens do carbono que mantém
diversidade do ambiente aquático

FOTOS: CEDIDAS PELO AUTOR



Conhecidos pelas variações do fluxo de água ao longo do ano e pela diversidade de espécies que os habitam, os rios intermitentes do semiárido nordestino têm grande importância para a ciência. Suas características peculiares os tornam excelentes para o teste de hipóteses e teorias ecológicas. Estudo recente analisou a concentração de isótopos estáveis de alguns elementos (carbono e nitrogênio) em materiais orgânicos presentes na água e em organismos para determinar de que fontes os animais aquáticos obtêm sua energia. A pesquisa, pioneira no semiárido brasileiro, indicou que a fauna dos rios utiliza como combustível mais o carbono produzido dentro do próprio sistema (por algumas plantas aquáticas e algas filamentosas) do que o carbono da matéria orgânica que chega à água do ambiente externo (em folhas caídas e outros materiais), ao contrário do que se acreditava.

EM RIOS DO SEMIÁRIDO

Elvio Sergio F. Medeiros

*Grupo de Ecologia de Rios do Semiárido,
Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas,
Universidade Estadual da Paraíba*

Jean-Pierre Ometto

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe),
Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo*

Daniele Jovem da Silva

*Departamento de Biologia,
Universidade Estadual da Paraíba*

O rio Seridó, no Rio Grande do Norte, onde foram realizados os estudos sobre isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, apresenta grande variação do fluxo de água nos períodos de cheia (no alto) e de seca

As relações alimentares entre os organismos que vivem em ambientes aquáticos tropicais são em geral complexas. Como descobrir qual a fonte mais importante do alimento consumido por um pequeno peixe, por exemplo? Uma forma de investigar essa origem é analisar a composição dos diferentes isótopos de alguns elementos químicos presentes em qualquer matéria orgânica. As concentrações desses isótopos em materiais orgânicos e seres vivos encontrados nos ambientes aquáticos permitem rastrear seu 'trajeto' na cadeia alimentar de um ambiente.

Todas as coisas, vivas ou não, são compostas por átomos de elementos diferentes, como carbono, oxigênio e nitrogênio. Uma característica dos elementos é sua massa, ou seja, o número de partículas (prótons e nêutrons) presentes no núcleo de seus átomos. O carbono, por exemplo, tem normalmente seis prótons e seis nêutrons no núcleo (carbono-12), mas alguns átomos desse elemento podem conter uma quantidade diferente de nêutrons no núcleo, o que altera sua massa. Os isótopos são as 'versões' de um mesmo elemento com massas diferentes. Alguns são instáveis (ou radioativos), mudando sua massa ao longo do tempo, mas outros não se alteram e são chamados de isótopos estáveis. ▶



Elementos como o carbono e nitrogênio têm apenas dois isótopos estáveis: carbono-12 e carbono-13, nitrogênio-14 e nitrogênio-15. Outros elementos podem ter vários isótopos estáveis, como o enxofre (enxofre-32, 33, 34 e 36).

ISÓTOPOS LEVES E PESADOS

Apesar das variações na massa atômica, os isótopos estáveis integram as mesmas moléculas. O gás carbônico (CO_2), por exemplo, pode ter em sua molécula o carbono-12 ou o carbono-13. Como o termo 'massa atômica' sugere, isótopos estáveis com mais nêutrons são mais pesados. Assim, o carbono-13 é mais pesado que o 12. Embora isso não in-

fluencie na formação de moléculas, a massa atômica terá um efeito nas reações físicas e químicas que ocorrem na natureza e nas células dos organismos. Podemos dizer que, em geral, os isótopos mais leves reagem mais rapidamente que os mais pesados. Portanto, as reações químicas que ocorrem no interior de um organismo alteram a razão entre os isótopos encontrada no alimento, gerando uma razão diferente nos tecidos desse organismo. Essa mudança na abundância relativa dos isótopos é conhecida como fracionamento isotópico.

Na fotossíntese, por exemplo, o carbono passa por várias reações físicas e químicas até ser transformado em substância metabólica (açúcar) ou estrutural (celulose, lignina). Da entrada na folha, em moléculas de CO_2 , até os produtos finais, os isótopos de carbono sofrem fracionamento, porque o carbono-13 (mais pesado) é discriminado nas reações. Assim, a planta acumula em seus tecidos uma proporção maior de carbono-12 que o ar atmosférico. Na sequência da cadeia alimentar, o animal que se alimenta da planta terá isótopos leves e pesados em proporções ligeiramente diferentes das encontradas na planta, já que o fracionamento também ocorre em seu metabolismo. Nos animais, porém, a proporção de isótopos pesados é ligeiramente maior que em sua dieta. Isso acontece porque em sua respiração e excreção eles perdem uma proporção maior de isótopos leves. No 'balanço isotópico' total, incluindo alimentação, respiração e excreção, os animais apresentam maior proporção de isótopos pesados que aquela encontrada em seus alimentos.

A alteração das proporções relativas dos isótopos também ocorre com outros elementos, como nitrogênio, oxigênio e fósforo. Ao passar por variados processos, no ambiente e nos organismos, esses elementos também sofrem fracionamento. Assim, o 'sinal isotópico' é transferido e transformado ao longo da cadeia alimentar, compondo o tecido dos animais e vegetais.

Sabendo-se quais as reações envolvidas no metabolismo de um organismo e as características e fracionamento dos isótopos, é possível 'rastrear' um elemento, ou seja, determinar seu percurso na natureza. Como a relação entre isótopos estáveis varia de modo previsível, eles podem ser utilizados como marcadores de processos ambientais. Cada organismo, ao ingerir e assimilar um alimento, reflete esse alimento na proporção de isótopos em seus tecidos. Assim, medindo essa proporção nos tecidos de um animal e em suas possíveis fontes de alimento, é possível descobrir de onde este tira sua energia, acumulada no corpo na forma de carbono. Estudos desse tipo fornecem importantes informações qualitativas sobre as contribuições relativas de cada uma dessas fontes.

FONTES TERRESTRES OU AQUÁTICAS

Em ambientes aquáticos, a diversidade de animais (peixes, anfíbios, insetos e outros) e vegetais (algas e plantas) é elevada. Os animais podem se alimentar diretamente de vegetais ou de outros animais que os consomem. Existem, no entanto, apenas duas fontes 'iniciais' de nutrientes e, em consequência, da energia disponível para os consumidores, nos ambientes de água doce.

Os nutrientes podem ter origem nos materiais vegetais mortos que se acumulam no sedimento. Esses materiais são decompostos e consumidos por micro-organismos (bactérias e fungos) e insetos aquáticos, tornando-se disponíveis para consumidores (como peixes) que se alimentam desses organismos. Uma segunda via de nutrientes para organismos aquáticos está não nas profundezas, mas na superfície da água, onde algas microscópicas (fitoplâncton) servem de alimento para pequenos organismos consumidores (zooplâncton), e estes, por sua vez, tornam-se fonte de nutrientes para consumidores maiores.

Em rios, a produção de fitoplâncton, algas e plantas aquáticas é reduzida por causa do fluxo constante da água e em muitos casos por sua turbidez, que dificulta a fotossíntese. Nesse caso, a principal fonte de nutrientes seria a matéria orgânica morta no sedimento. Como é pequena a produção vegetal no próprio meio aquático, a origem principal da matéria orgânica morta no sedimento é terrestre: vem das plantas e folhas que caem no rio ou são trazidas até ele pelo vento e pelas enxurradas.

Alguns estudos, porém, têm sugerido que a produção de fitoplâncton, algas e plantas aquáticas é importante em rios, e que, em alguns casos, esta seria a principal fonte energética para os animais. Em rios de regiões secas, por exemplo, estudos têm mostrado que, apesar da grande quantidade de carbono terrestre disponível, não há evidências de que este contribua significativamente para a produção animal aquática. As principais fontes de energia para os consumidores seriam, nesses casos, as algas que crescem no litoral raso em lagos marginais e o fitoplâncton. Alguns desses estudos foram feitos em rios de regiões secas da Austrália, nos quais a alta turbidez da água limita a produção primária a áreas próximas das margens, onde são mais rasos e menos turvos.



Outros pontos de coleta de amostras para o estudo sobre a origem do carbono assimilado pelos peixes do rio Seridó foram as localidades de Riacho da Serra (A) e Catureré (B). Essa última caracteriza-se pela ausência de vegetação marginal e baixa ocorrência de plantas aquáticas

No caso de rios do semiárido brasileiro, a produção de algas e plantas aquáticas é alta, principalmente após a fase de cheias, quando as rasas poças temporárias apresentam baixa turbidez e permitem o crescimento rápido de algas e vegetação aquática. Esse fato dá suporte à hipótese de que o combustível mais importante para os consumidores viria de fontes aquáticas, e não terrestres.

ISÓTOPOS EM RIOS DO SEMIÁRIDO

Para desvendar como ocorre o fluxo de energia em rios intermitentes, este estudo, pioneiro para o semiárido brasileiro, usa isótopos estáveis de carbono e nitrogênio para determinar as fontes energéticas usadas por vários grupos de organismos aquáticos (como plantas, insetos e peixes) e identificar sua origem, se terrestre ou aquática. Os primeiros resultados indicam que os animais (principalmente peixes) não dependem fortemente do carbono terrestre originado na matéria orgânica produzida nas margens (ou seja, folhas e galhos que caem no rio e matéria orgânica particulada carregada pela água das chuvas).

Os resultados fornecem ainda indicações de que os organismos aquáticos usam como combustível o carbono produzido dentro de seu ambiente por algumas plantas aquáticas e algas filamentosas. São necessárias pesquisas para avaliar como os consumidores têm acesso a essas fontes de energia: por consumo direto ou por meio de consumidores intermediários, como o zooplâncton (que se alimenta de uma fonte primária de nutrientes não avaliada neste estudo, o fitoplâncton) ou os insetos aquáticos (que consomem algas e matéria orgânica particulada).

Os dados foram coletados ao longo do rio Seridó, no Rio Grande do Norte. Esse rio intermitente (embora com trechos perenizados) situa-se na região do Seridó, área de reconhecida importância ecológica por apresentar elevada diversidade animal e vegetal. A pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), coletou amostras em três localidades ao longo do leito principal do rio: Catureré, Riacho da Serra e Poço dos Patos.

Foram medidas as chamadas razões isotópicas (proporções entre isótopos leves e pesados) em diversos componentes do sistema aquático: peixes, vegetação marginal, diferentes plantas aquáticas, matéria orgânica particulada, material orgânico disperso na água (este, chamado de 'sseton', inclui fitoplâncton e zooplâncton), algas, capim e insetos predadores (estágios aquáticos de libélulas). Os peixes estudados representam as espécies mais comuns na região e que podem se alimentar dos componentes coletados, citados acima. Essas espécies sobrevivem em poças que demoram mais tempo para secar e em reservatórios, dispersando-se no período de cheias.



O capim foi analisado em separado porque utiliza um processo de fotossíntese (denominado C_4) diferente da rota usada por outras plantas (C_3), o que gera valores isotópicos também diversos. Entre as plantas aquáticas, também há diferenças, porque algumas (como as dos gêneros *Ludwigia* e *Nymphaea*) têm folhas na superfície e, portanto, acesso ao carbono atmosférico, enquanto outras (como as do gênero *Ceratophyllum*) obtêm esse elemento no ambiente aquático.

Para cada componente, foram calculados, nos três pontos de coleta do estudo, os desvios das razões isotópicas em relação a um padrão internacionalmente aceito para os isótopos leves e pesados do carbono e do nitrogênio. Apesar de o fracionamento do carbono ser muito pequeno em cadeia alimentar, espera-se que um organismo tenha uma



Crescimento de algas filamentosas em poça temporária do rio Seridó, na localidade Poço dos Patos. As algas estão entre as possíveis fontes de carbono para os peixes desse rio intermitente do semiárido nordestino

proporção do isótopo mais pesado semelhante ou levemente superior que a encontrada nos componentes de sua dieta. O mesmo se aplica ao nitrogênio, mas nesse caso com fracionamento maior.

Embora os consumidores de topo, representados pelos peixes, tenham apresentado razões isotópicas do carbono intermediárias entre algas (produzidas no próprio rio) e matéria orgânica particulada trazida de fora do sistema, o estudo indica que essa matéria orgânica e folhas de árvores coletadas nas margens do rio não estão entrando na 'dieta' desses consumidores de topo. As razões isotópicas do carbono em folhas e na matéria orgânica (principalmente nesta) são pouco variáveis entre os pontos de coleta e pobres em nitrogênio-15, enquanto os valores dos peixes apresentam certa variação na razão isotópica do carbono e são ricos em nitrogênio-15. Isso indica assimilação de carbono de outra fonte, possivelmente as algas e a planta aquática do gênero *Ceratophyllum*, que em algumas localidades apresentaram valores de carbono semelhantes aos dos peixes.

Uma explicação para isso seria que a matéria orgânica particulada entra no meio aquático já em adiantado estado de decomposição, o que dificulta sua assimilação por consumidores como peixes e insetos aquáticos. Já a matéria orgânica originada nas plantas aquáticas (*Ceratophyllum*) e nas algas filamentosas é processada mais facilmente pelos organismos aquáticos e incorporada mais rapidamente aos tecidos dos peixes. Isso é confirmado pela semelhança dos valores isotópicos de folhas da vegetação marginal e da matéria orgânica particulada. Tal semelhança indica que essas folhas estão sendo processadas por micro-organismos e transformadas nessa matéria. Como esta é de difícil assimilação, tem um valor menor em termos de fornecimento de carbono para os peixes.

Outro resultado importante é que algumas plantas aquáticas, em especial as que são enraizadas dentro d'água, mas cujas folhas atingem a superfície (tendo, portanto, acesso ao CO₂ atmosférico), também contribuem pouco para o carbono assimilado pelos peixes. O capim apresenta valores isotópi-

cos de carbono diferentes dos obtidos nos demais componentes, e portanto não deve ser uma fonte importante nas relações de alimentação estudadas. Já o papel do 'seston' (do qual faz parte o zooplâncton) precisa ser mais bem avaliado, pois apresentou razões isotópicas de carbono e nitrogênio bastante variáveis entre os três pontos de coleta.

O estudo realizado no rio Seridó apresenta os primeiros dados desse tipo para rios intermitentes do semiárido brasileiro. Como as características desses ecossistemas variam muito no espaço e no tempo, a pesquisa continua a ser realizada, visando confirmar os primeiros resultados ou obter dados que permitam aprimorar ou modificar as hipóteses iniciais. Outros dados vêm sendo coletados nas bacias do rio Ipanema, em Pernambuco, e nas cabeceiras do rio Paraíba, no estado de mesmo nome.

As aplicações dos resultados desse tipo de estudo são variadas, já que as hipóteses testadas podem ajudar a definir estratégias de conservação e manejo de rios do semiárido nordestino. No campo teórico, os principais modelos para rios de áreas tropicais dizem que a fauna aquática é sustentada por fontes de energia de origem terrestre (vegetação marginal ou matéria orgânica particulada originada na cabeceira dos rios). Mas esses modelos baseiam-se em cursos d'água perenes, não existindo informação sobre rios intermitentes tropicais, como os do semiárido do Brasil, onde a baixa turbidez da água, após as inundações, pode favorecer o crescimento de fontes internas de carbono orgânico, como algas e algumas plantas aquáticas.

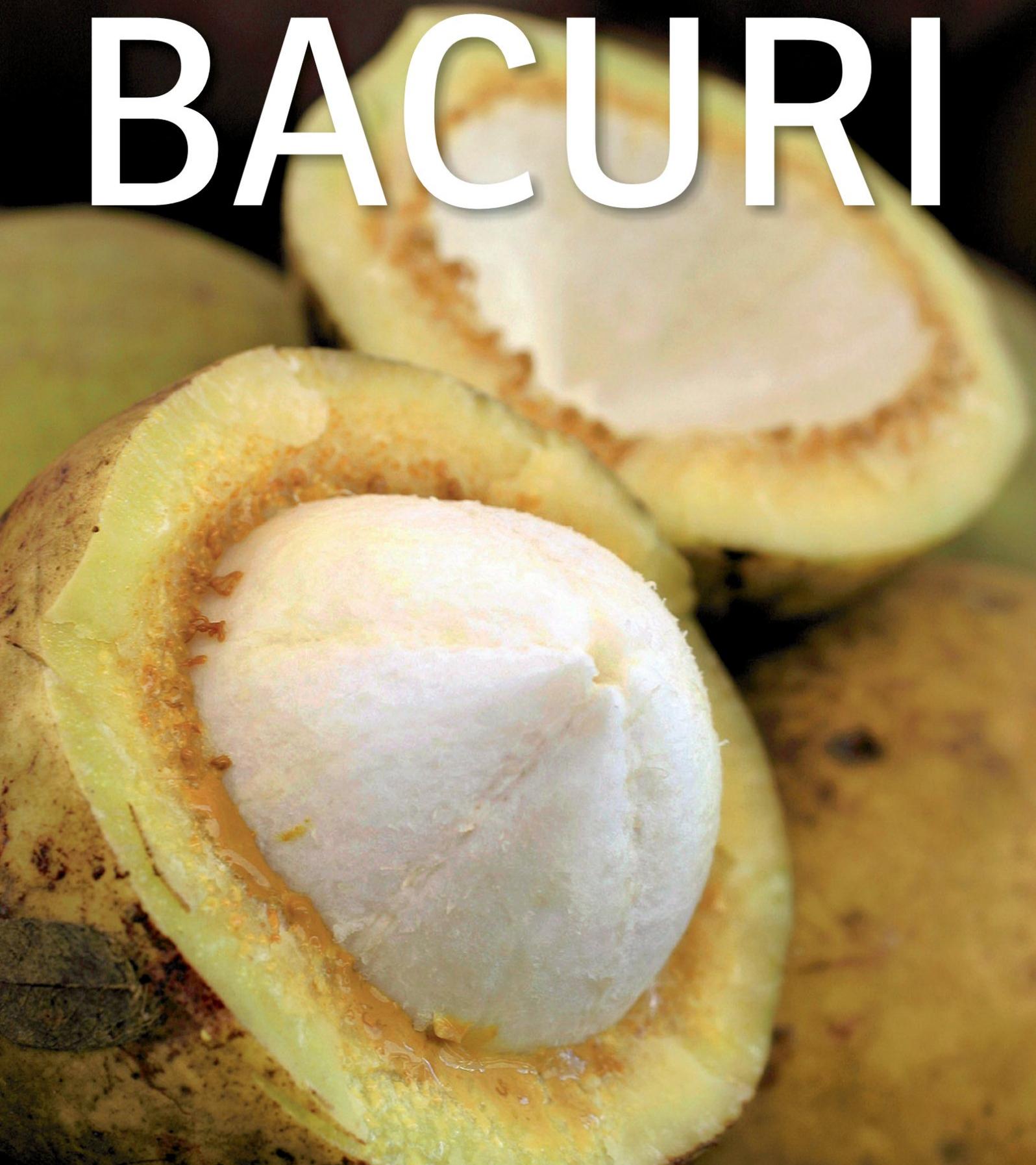
Do ponto de vista de conservação e manejo, levantamentos existentes da fauna do semiárido indicam áreas relevantes para a conservação de espécies de importância ecológica (peixes, por exemplo). No entanto, não há informação sobre como esses ambientes sustentam sua fauna ou como as espécies ali presentes interagem entre elas. Assim, a sobrevivência de determinada espécie em uma área não depende, necessariamente, apenas da preservação dessa área, mas também da manutenção dos recursos que ela utiliza e das fontes desses recursos. ■

Sugestões para leitura

- FORSBERG, B. R.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. & BONASSI, J. A. 'Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon', in *Ecology*, v. 74, nº 3, p. 643, 1993.
- MALTCHIK, L. & MEDEIROS, E. S. F. 'Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity', in *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 16, nº 7, p. 665, 2006.
- MANETTA, G. I. & BENEDITO-CECILIO, E. 'Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese', in *Acta Scientiarum: Biological Sciences Maringá*, v. 25, nº 1, p. 121, 2003.
- MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERRAZ, E. S.; VICTORIA, R. L.; CAMARGO, P. B. & MOREIRA, M. Z. *Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis*. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

Fruta amazônica em ascensão

BACURI



Algumas frutas da Amazônia, como guaraná, açaí e cupuaçu, já são conhecidas em outras partes do país e até no exterior, mas outras são consumidas apenas pela população local. Entre as que começam a ganhar mercado fora da região está o bacuri, do qual é extraída uma polpa usada para fazer sorvetes, doces, sucos e outros produtos. A maior procura por essa fruta já supera a capacidade de produção atual, essencialmente extrativa, mas estudos mostram que essa situação pode ser modificada com a adoção do cultivo e do manejo de plantas originadas da regeneração natural da espécie, que geraria renda e emprego e permitiria a recuperação parcial de extensas áreas desmatadas e abandonadas.

**Alfredo Homma,
José Edmar Urano de Carvalho
e Antônio José Elias Amorim de Menezes**
Embrapa Amazônia Oriental,
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

O bacuri é uma das frutas mais populares da região amazônica. Essa fruta, pouco maior que uma laranja, contém polpa agridoce rica em potássio, fósforo e cálcio, que é consumida diretamente ou utilizada na produção de doces, sorvetes, sucos, geleias, licores e outras iguarias. Sua casca também é aproveitada na culinária regional e o óleo extraído de suas sementes é usado como anti-inflamatório e cicatrizante na medicina popular e na indústria de cosméticos. O bacurizeiro (*Platonia insignis*) pode atingir mais de 30 m de altura, com tronco de até 2 m de diâmetro nos indivíduos mais desenvolvidos. Sua madeira, considerada nobre, também tem variadas aplicações. Essa árvore ocorre naturalmente desde a ilha de Marajó, na foz do rio Amazonas, até o Piauí, seguindo a costa do Pará e do Maranhão.

O bacurizeiro é uma das poucas espécies arbóreas da Amazônia que se reproduzem de modo tanto sexuado (por meio de sementes) quanto assexuado (por brotações oriundas de raízes). Em áreas de ocorrência natural, com vegetação aberta, a densidade de indivíduos em início de regeneração pode chegar a 40 mil por hectare (1 ha equivale a uma área de 100 m x 100 m), por causa das brotações.

Por esse motivo, o caboclo amazônico diz que o “bacurizeiro nasce até dentro de casa”.

A produção atual de polpa de bacuri tem origem basicamente na coleta dos frutos de árvores oriundas de regeneração natural, que escaparam da expansão de povoados, do avanço da agricultura e da pecuária e da extração madeireira no litoral do Pará e do Maranhão nos últimos quatro séculos. No passado, o bacurizeiro foi mais importante como espécie madeireira que como planta frutífera. Sua madeira resistente e de coloração bege-amarelada era muito utilizada na construção de embarcações e de casas, o que ainda é observado em muitas áreas de ocorrência natural.

O mercado de frutas amazônicas tinha, até recentemente, consumo local e restrito ao período da safra, mas a crescente exposição da região nos meios de comunicação, no país e no exterior, sobretudo após o assassinato do ambientalista Chico Mendes (1944-1988), chamou a atenção para esses produtos. O aumento da procura pela polpa de bacuri elevou seu valor (o preço por quilo passou de R\$ 10, em 2005, para até R\$ 20 atualmente) e indicou que a produção extrativa não tem condições de atender sequer o mercado local. Essa maior pressão de demanda teve reflexos nas áreas de ocorrência, indu-



O bacuri é pouco maior que uma laranja e contém uma polpa branca usada para fazer doces, sorvetes e outras iguarias. Bacurizeiros nativos são árvores frondosas que podem atingir até 40 m de altura, com troncos de 2 m de diâmetro

zindo o manejo dos rebrotamentos naturais e o estabelecimento de pomares por agricultores do Pará, em especial da colônia nipo-brasileira no estado. O bacuri, que era uma das “comidas do mato” de Macunaíma, o “herói sem nenhum caráter” do romance modernista (1928) de Mário de Andrade (1893-1945), prepara-se para seguir o caminho de castanha-do-brasil, guaraná, açaí, cupuaçu e pupunha, ganhando dimensão nacional e internacional.

O BACURIZEIRO NA HISTÓRIA

O primeiro relato conhecido sobre o bacuri está no livro *História da missão dos padres capuchinhos na ilha do Maranhão*, escrito pelo frade francês Claude d’Abbeville (?-1632) e publicado em 1614. Sua descrição da espécie, grafada como “pacuri”, é a seguinte: “O pacuri é uma árvore muito alta e grossa, suas folhas parecem-se com as da macieira e a flor é esbranquiçada. O fruto tem o tamanho de dois punhos, com uma casca de meia polegada muito boa de comer como doce, tal qual a pera. A polpa desse fruto é branca, parecida com a da maçã, de gosto suave; encontram-se dentro quatro nozes comestíveis”.

Outro religioso, o padre jesuíta João Daniel (1722-1776), que viveu na Amazônia entre 1741 e 1757, descreveu o bacuri. A partir de 1757 e até sua morte, o padre ficou preso em Portugal – no período da caça aos jesuítas promovida por Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês do Pombal (1699-1782) – e, na prisão, escreveu um enorme tratado sobre a região amazônica, *Tesouro descoberto no*

máximo rio Amazonas, onde fez detalhadas observações: “A fruta bacuri, posto que tenha seus senões, também merece sua menção, pelo seu excelente gosto. A sua árvore é famosa de grande, e também o fruto é de bom tamanho... Tem a casca grossa, e para dar a casca, e se abrir a fruta, quer maço, ou requer se dar com ela em uma pedra, ou pau; ... porque tudo são caroços vestidos ou revestidos de uma felpa por modo de algodão muito alva... É esta uns gomos da mesma massa, que serve de divisão aos caroços. (...) Costumam pois os moradores, quebrada a fruta, separar com um garfo esses gomos intermédios para um prato, e se o querem cheio é necessário quebrar mais fruta; mas no seu superlativo gosto pagam muito bem o trabalho em as quebrar, e suprem a sua pouquidade: falo das doces, em que sempre há algum tal ou qual ácido; e tão tenros os gomos, que parecem nata, ou manteiga.”

O *Ensaio corográfico sobre a província do Pará*, livro em que o militar e geógrafo português Antônio Ladislau Monteiro Baena (1782-1850) descrevia a geografia, os recursos naturais e a população paraenses, publicado em 1839, também destacou a importância do bacurizeiro, “árvore que dá fruta agridoce”. Segundo Baena, a espécie “tem casca acitrinada e semelhante à do piquiá” e seu lenho “serve na construção náutica”. Um fato curioso sobre a fruta é relatado pelo escritor paraense Osvaldo Orico (1900-1981) em seu livro *Cozinha amazônica: uma autobiografia do paladar*, de 1972: o diplomata José Maria da Silva Paranhos Júnior (1845-1912), o barão do Rio Branco, famoso pela solução dos problemas de fronteira do Brasil com os países vizinhos, adotou o bacuri como sobremesa nos grandes banquetes



Rebrotamentos de bacurizeiros nas áreas de ocorrência chegam a ter mais de 40 mil plantas por hectare, e podem ser aproveitados, com técnicas apropriadas de manejo. As flores do bacurizeiro variam do branco ao vermelho e dão à árvore um belo visual

oficiais do palácio do Itamarati, no Rio de Janeiro, em sua gestão (1902 a 1912) como ministro das Relações Exteriores. Sabe-se ainda que, em 1968, em visita ao Brasil, a rainha Elizabeth II, da Grã-Bretanha, ficou encantada com o sorvete de bacuri preparado por uma confeitaria do Rio de Janeiro, razão de diversas encomendas posteriores.

EXTRATIVISMO, MANEJO E PLANTIO

A coleta dos frutos é feita principalmente em bacurizeiros que crescem naturalmente ou em áreas com brotações espontâneas manejadas. Mais recentemente, a espécie começou a ser cultivada por meio de mudas. Em florestas primárias, o bacurizeiro ocorre em baixa densidade, em geral inferior a 1 indivíduo/ha. É uma árvore social, que forma agrupamentos de seis a oito indivíduos, distantes cerca de 30 a 40 m entre si. Na vegetação secundária de terra firme podem ocorrer maciços quase homogêneos, com mais de 200 indivíduos adultos/ha, o que sugere que em tempos passados algum tipo de manejo foi efetuado para favorecer o estabelecimento e o crescimento dos bacurizeiros.

O manejo consiste em selecionar as brotações mais vigorosas que nascem em áreas agrícolas abandonadas, mantendo 10 m de distância entre elas e eliminando as demais. Os únicos cuidados posteriores são roçagens nos primeiros anos de crescimento (para evitar a competição com o mato) e depois em torno de árvores adultas, na época de frutifi-

cação (para facilitar a coleta dos frutos). A primeira produção de frutos ocorre de cinco a sete anos após o início do manejo. É necessário, nas áreas manejadas, evitar que queimadas efetuadas em terrenos próximos cheguem ao bacurizal, pois a espécie é bastante sensível ao fogo.

Avaliações feitas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no nordeste do Pará e na ilha de Marajó evidenciaram que muitos agricultores têm feito o manejo de maneira inadequada, deixando as árvores muito próximas uma das outras, o que implica baixa produção de frutos. Não é raro encontrar bacurizais manejados com número de árvores/ha quatro a cinco vezes superior ao recomendado (de 100 a 120 plantas/ha). Essa elevada densidade é um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade de frutos, pois as árvores crescem muito em altura, sem alargar a copa.

A notável capacidade de reprodução do bacurizeiro por brotações oriundas de raízes facilita o manejo, mas pode trazer um problema: todos os indivíduos de uma área de 1 ha, por exemplo, podem se originar da mesma planta-mãe, não havendo variabilidade genética. Isso é prejudicial porque o bacurizeiro, como outras espécies arbóreas amazônicas (entre elas o cupuaçuzeiro e a castanheira-do-brasil), apresenta autoincompatibilidade genética, ou seja, as flores não se convertem em frutos quando a flor que fornece o pólen é da mesma planta que a flor que o recebe. Assim, os clones rebrotados da mesma planta-mãe também seriam incompatíveis, o que inviabilizaria a produção de frutos ou a tornaria dependente de pólen vindo de longe. Os polinizadores principais são pássaros de diferentes espécies, e o ▶



A enxertia reduz o tamanho das árvores (imagens superiores) e faz com que os bacurizeiros frutifiquem mais cedo (com 4 a 5 anos) que as árvores que crescem naturalmente (estas podem demorar mais de 10 anos). Alguns bacurizais manejados mostram grande proximidade entre as árvores (embaixo à esquerda), o que prejudica a produção de frutos. O espaçamento ideal é de 10 m entre as árvores (embaixo à direita), que permite podar as árvores para que tenham copas mais largas

principal atrativo para eles é o néctar produzido em abundância (até 5 mililitros de néctar por dia) pela flor do bacurizeiro. Uma estratégia recomendada para assegurar a variabilidade genética em bacurizais manejados é a de introduzir diferentes clones na área, o que pode ser feito por meio de enxertos (de outra origem) em indivíduos locais ou do plantio de mudas trazidas de outras regiões.

O crescimento do mercado de bacuri está expandindo o plantio com plantas obtidas de sementes. Essas plantas demoram, em média, 10 anos para produzir os primeiros frutos, mas crescem mais rápido que mudas enxertadas e têm, quando adultas, tronco retilíneo, permitindo o aproveitamento da madeira. Mudas enxertadas, ao contrário, dificultam o uso da madeira, mas começam a produzir mais cedo, entre quatro e cinco anos. É importante, porém, escolher (para os enxertos) espécimes com frutos de qualidade superior, em especial quanto à proporção de polpa, que deve ser de no mínimo 18% do peso do fruto.

CRENDICES POPULARES

Os agricultores amazônicos adotam diversas práticas, sem comprovação científica, visando aumentar a produção de frutos de bacurizeiros ‘vadios’, ou seja, os que têm floração abundante, mas reduzida frutificação. Entre elas estão as de efetuar cortes na casca e remover pequenas porções des-

ta, inserir pregos nos troncos, pendurar garrafas com água ou amarrar o cós de calças às árvores. O corte da casca é feito de diferentes formas, às vezes até ferindo o lenho, durante a floração e por ocasião da lua cheia.

Outro mito refere-se ao uso do cipó-de-tracuá (*Philodendron megalophyllum*) para dar uma ‘surra’ no bacurizeiro. Depois dessa prática, o cipó deve ser amarrado em seu tronco, a uma altura equivalente à do peito da pessoa que o usou na ‘surra’. Essa crendice, porém, tem opositores. Muitos agricultores dizem que a prática faz com que o bacurizeiro “fique com raiva” e, em represália, desprenda frutos tanto maduros quanto imaturos. A queda de frutos imaturos representaria, para os agricultores, um “castigo dos deuses” aos que surram a árvore. Acredita-se que essa crendice, como tantas outras, tem origem no acaso: ao passar por um bacurizeiro carregado de frutos, alguém teria batido no tronco com um cipó, amarrando-o depois no tronco da árvore, e algum tempo depois ventos fortes teriam provocado a queda de grande quantidade de frutos, inclusive imaturos e verdes, levando à associação entre a “surra” com o cipó-de-tracuá e as perdas.

O exotismo das práticas chega ao ponto de recomendar, para que a safra seguinte seja abundante, a simulação de uma relação sexual com o bacurizeiro, entendido como uma fêmea. Nesse caso, o órgão sexual masculino é representado por algum objeto que lembre o falo, como uma mão de pilão. Durante esse ‘ato sexual’, que segundo a crendice

deve ser praticado na lua nova, a pessoa deve repetir diversas vezes a expressão “segura teu fruto”.

Existe ainda a prática de jogar areia ou cinza em volta dos bacurizeiros durante a lua cheia. A areia não tem propriedades capazes de interferir na produtividade dos bacurizeiros, mas a adição de cinzas pode contribuir para o aumento de produção porque esse material contém macro e micronutrientes essenciais às plantas. Outra ‘simpatia’ é a de, por ocasião da lua cheia, em qualquer mês, juntar folhas dos bacurizeiros, pôr fogo e jogar areia para simbolizar a quantidade de frutas. Essa crendice é praticada também com outras espécies frutíferas. Apesar da riqueza cultural que representam, todas essas lendas e crendices sobre o bacuri precisam ser desmistificadas pela pesquisa científica.

OS DESAFIOS DO BACURI

Para obter a polpa, os agricultores partem a casca com um porrete. Retirada a casca, encontram os ‘filhotes’ ou ‘línguas’, como chamam a porção da polpa não aderida às sementes, e as ‘mães’, nome dado à polpa que envolve as sementes (‘caroços’). As sementes devem ser separadas cuidadosamente, com o uso de tesouras, porque qualquer ferimento no caroço libera uma resina que mancha a polpa. Por isso, os produtores de bacuri não utilizam as máquinas despulpadoras existentes no mercado, mas esse problema poderia ser evitado com o desenvolvimento de um equipamento específico para extração da polpa dessa fruta.

As comunidades que produzem o bacuri também precisam ser conscientizadas sobre práticas equivocadas de coleta fortuita. Os agricultores provocam a queda de frutos subindo nos bacurizeiros e sacudindo os galhos, mesmo à noite. Em geral, isso acontece no início da safra, quando os preços estão elevados. Essa prática leva à queda de frutos maduros e semimaduros, mas também de frutos ainda em fase de crescimento, que são abandonados no chão, causando a perda de 5% a 10% da safra, segundo estimativas. Os frutos imaturos são enterrados no chão com sal e carbureto de cálcio (produto usado para induzir floração no abacaxizeiro e em outras plantas), visando ao seu amadurecimento forçado e à venda posterior, prática que engana os consumidores.

Muitas áreas de vegetação onde ocorrem bacurizeiros continuam sendo derrubadas para formar pastagens e culturas agrícolas (soja, feijão caupi, abacaxi e outras), obter lenha para olarias, produzir carvão ou extrair madeira para construção civil. A baixa lucratividade, decorrente da densidade reduzida de bacurizeiros na vegetação nativa, torna a opção de curto prazo mais atraente para os agricultores. Isso pode ser alterado com técnicas de manejo (desbaste dos rebrotamentos espontâneos ou plantio de mudas).

O manejo é simples: a densidade de bacurizeiros deve ser corrigida para 100 a 120 indivíduos/ha, ordenados de

Pesquisa aplicada

O autores são pesquisadores que trabalham diretamente com o bacuri. A. Homma é especialista em extrativismo vegetal na Amazônia e coordena pesquisa sobre manejo de bacurizeiros. J. Carvalho, especialista em fruteiras tropicais, trabalha na domesticação do bacurizeiro, desenvolvendo técnicas pioneiras de formação de mudas e de manejo. A. Menezes, especialista em agricultura familiar, também estuda o manejo de bacurizeiros e atua em programas de treinamento de produtores da fruta.

modo que formem uma malha quadrangular de 10 m por 10 m. Isso pode ser feito nos rebrotamentos naturais pela seleção de plantas vigorosas distantes 10 m umas das outras, ou por meio do plantio de mudas em áreas com menor densidade da espécie. A formação de pomares manejados de bacuri representa importante alternativa para recuperar mais de 50 mil ha de áreas degradadas nos estados de Pará, Maranhão e Piauí e para recompor áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP).

Como o bacurizeiro é uma planta de fecundação cruzada, polinizada principalmente por pássaros, a produção dos frutos depende da presença destes. Assim, também é importante um ‘manejo’ da população humana local, para evitar a captura e venda desses pássaros e a destruição das matas próximas, onde vivem, ações que podem causar sérios prejuízos à produção de bacuri.

Um cálculo simples mostra como o bacuri pode trazer grande benefício para a região amazônica. Caso seja possível, por exemplo, adicionar 20 mil ha à atual área de produção, com uma produtividade média de 200 frutos por ano em cada planta, a produção anual aumentaria em 400 milhões de frutos, quantidade que corresponde a cerca de 120 mil toneladas de frutos e 12 a 15 mil toneladas de polpa. Isso implicaria R\$ 200 milhões anuais (a preços atuais) de receita extra para a região, sem contar com possíveis aumentos na produtividade por árvore e no percentual de polpa por fruto (decorrentes de técnicas e pesquisas de melhoramento da espécie) e com a agregação de valor pela industrialização. A cultura manejada do bacuri – aproveitando os rebrotamentos ou com plantios racionais – constitui, portanto, uma solução local capaz de gerar renda e emprego, além de contribuir para a redução dos problemas ambientais globais. ■

Sugestões para leitura

- CAVALCANTE, P. B. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Belém, CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Adolfo Ducke), 1996.
 DANIEL, J. *Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas*. Rio de Janeiro, Contraponto, 2004.
 LIMA, M. C. (org.). *Bacuri: agrobiodiversidade*. São Luís, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2007.
 SOUTO, G. C.; GIBSON, C. P.; HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, J. E. U. & MENEZES, A. J. E. A. (eds.). *Manual de manejo de bacurizeiros*. Belém, Emater-Pa, 2006.



O FRIO DO FUTURO

O efeito magnetocalórico e a refrigeração magnética

É possível que, no futuro, a geladeira de sua casa seja bem diferente das atuais. Em vez de usar fluidos que prejudicam o meio ambiente, elas funcionarão à base de ímãs, uma tecnologia considerada ecologicamente correta. Os chamados refrigeradores magnéticos já foram testados e aprovados em laboratórios de pesquisa. Agora, o desafio é melhorar o rendimento dessas máquinas, para que possam ser comercializadas para uso doméstico. A refrigeração magnética é a principal aplicação do chamado efeito magnetocalórico, fenômeno que também tem sido empregado na construção de motores e geradores, bem como no tratamento do câncer.

Nilson A. de Oliveira

*Instituto de Física Armando Dias Tavares,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

A refrigeração vem sendo utilizada há muito tempo pela humanidade para, por exemplo, conservar alimentos ou manter uma temperatura ambiente agradável nos dias quentes.

O processo de refrigeração usado hoje é baseado na compressão e descompressão de um fluido refrigerante. O problema dessa tecnologia é o uso de fluidos, como os hidrofluorcarbonetos (HFCs), nocivos ao meio ambiente. Nesse cenário, a refrigeração magnética surge como alternativa ecologicamente correta, para substituir os atuais refrigeradores convencionais. Ela é baseada na variação da temperatura de um material por meio da aplicação de um campo magnético sobre ele.

O resfriamento com base no uso de campo magnético foi inicialmente proposto pelo físico holandês Peter Debye (1884-1966), por meio de um processo chamado desmagnetização adiabática. No entanto, o grande passo rumo à refrigeração magnética só foi dado em 1976, quando o cientista norte-americano Gerald Brown, da Nasa (agência espacial dos Estados Unidos), desenvolveu um protótipo de refrigerador magnético que trabalhava à temperatura ambiente, usando o elemento químico gadolínio como material refrigerante.

A refrigeração magnética pode ser usada para liquefazer nitrogênio, hélio ou gás natural. Essa técnica também pode ser utilizada na fabricação de pequenos aparatos que, por sua vez, servem para refrigerar circuitos eletrônicos.

Mas a principal aplicação da refrigeração magnética é a construção de geladeiras, *freezers* e condicionadores de ar para uso industrial e doméstico.

CALOR E TEMPERATURA

Para descrever os mecanismos da refrigeração magnética, vamos primeiramente introduzir os conceitos de calor e temperatura. Calor é uma forma de energia que pode ser transferida de um corpo para outro. Já a temperatura de um corpo é uma medida de sua energia interna.

A temperatura de um corpo pode ser aumentada por meio de um processo termodinâmico no qual ele absorve calor de um meio externo – por exemplo, uma panela com água sobre a chama de um fogão.

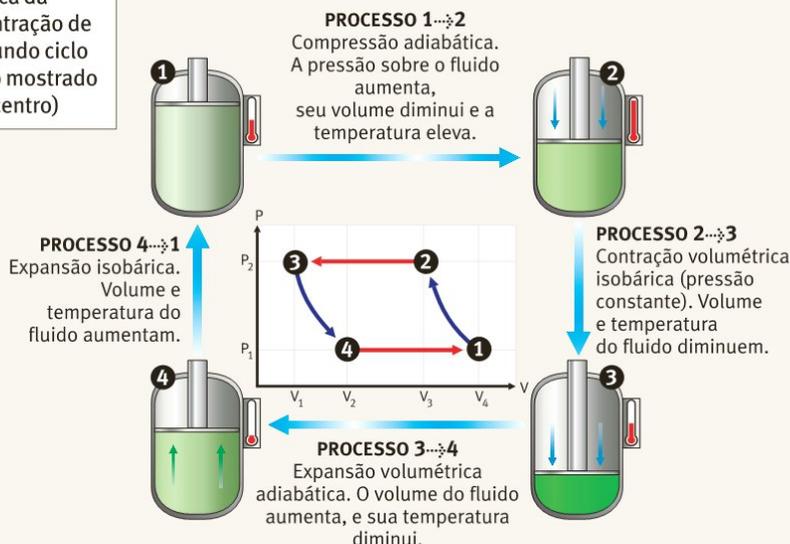
Porém, é possível que a temperatura de um corpo seja alterada sem que haja transferência de calor. Esse processo termodinâmico é denominado ▶

adiabático. Exemplo do cotidiano: ao comprimirmos o êmbolo de uma bomba de encher bola de futebol, a temperatura do ar no interior dela aumenta, em resposta à elevação da pressão e à diminuição do volume.

Há também situações em que um corpo absorve calor e não varia sua temperatura – são os chamados processos isotérmicos. Exemplo: um cubo de gelo em um copo com refrigerante quente. O gelo permanecerá a zero grau celsius até que toda a sua massa tenha se transformado em água líquida.

Combinando esses processos termodinâmicos, podemos formar os chamados ciclos termodinâmicos. A figura 1(A) traz um ciclo termodinâmico e sua idealização física, na qual um êmbolo é utilizado para comprimir um fluido em um recipiente.

Figura 1A. Ciclos termodinâmicos. Idealização física da expansão e contração de um fluido, segundo ciclo termodinâmico mostrado no gráfico (no centro)



CÂNCER, MOTORES E GERADORES

Vamos agora considerar a transferência de calor e o aumento da temperatura envolvendo materiais magnéticos.

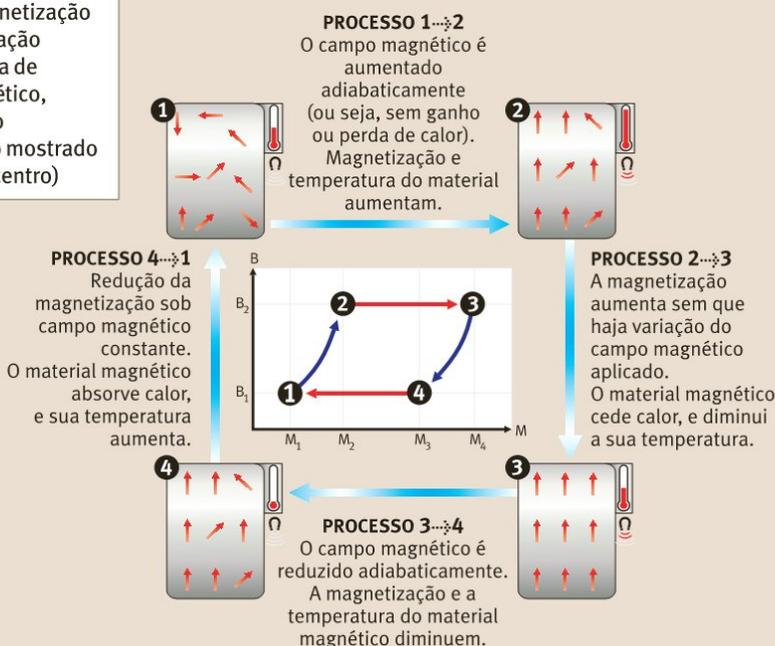
Os materiais magnéticos têm momento magnético, propriedade inerente aos elétrons. Podemos aqui imaginar cada um desses momentos magnéticos como diminutas agulhas de bússola que, por sua vez, podem ser alinhadas – pelo menos, em parte – pela ação de um campo magnético externo. O grau de magnetização de um material pode ser entendido como a quantidade de momentos magnéticos alinhados por unidade de volume.

Quando se fornece calor para um material magnético, parte desse calor é usada para elevar sua temperatura e parte para desalinhar os momentos magnéticos – e, conseqüentemente, reduzir sua magnetização.

Mas a temperatura de um material magnético também pode ser alterada simplesmente ao se variar o campo magnético aplicado sobre ele em um processo adiabático, ou seja, sem ganho ou perda de calor. Esse é o princípio básico do efeito magnetocalórico, definido como o aquecimento ou resfriamento de materiais magnéticos submetidos à variação de campo magnético.

O efeito magnetocalórico pode ser usado, por exemplo, para a construção de motores e de pequenos geradores de energia elétrica. Porém, uma aplicação menos conhecida é no tratamento de alguns cânceres – neste último caso, a

Figura 1B. Magnetização e desmagnetização de uma amostra de material magnético, segundo o ciclo termodinâmico mostrado no gráfico (no centro)



ideia básica é fazer com que partículas magnéticas sejam engolfadas pelas células doentes. Quando sob a ação de um campo magnético externo, elas se aquecem e levam as células à morte.

Porém, hoje, a principal aplicação do efeito magnetocalórico é a refrigeração magnética, considerada tecnologia 'limpa', por usar materiais magnéticos como materiais refrigerantes e fluidos não danosos à saúde e ao meio ambiente como trocadores de calor.

A figura 1(B) mostra um ciclo termodinâmico e sua idealização física para a magnetização e desmagnetização de um material magnético.

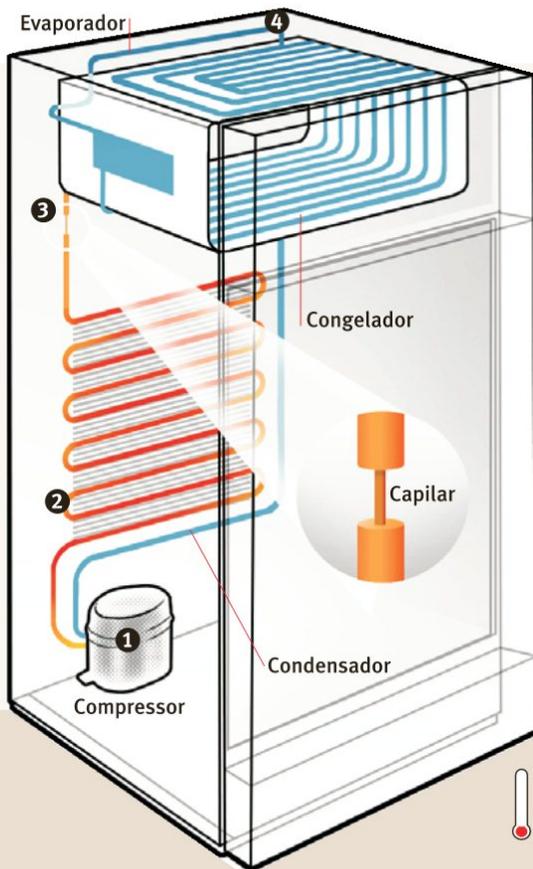
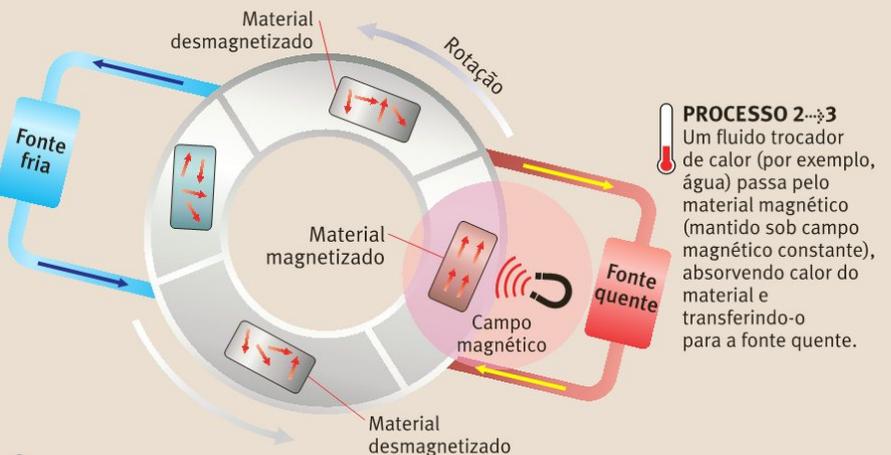


Figura 1C. Representação esquemática de um refrigerador convencional

- PROCESSO 1→2**
O compressor comprime o fluido refrigerante (gás), que tem seu volume diminuído adiabaticamente. A temperatura do fluido aumenta, mas ele ainda permanece no estado gasoso.
- PROCESSO 2→3**
O fluido refrigerante a alta pressão entra no condensador e sofre contração a pressão constante. O fluido libera calor para o meio, diminui sua temperatura e passa de gás a líquido.
- PROCESSO 3→4**
O fluido refrigerante (líquido) entra no tubo capilar. Ao sair dele, expande-se adiabaticamente. Pressão e temperatura do fluido diminuem.
- PROCESSO 4→1**
O fluido refrigerante entra no evaporador e sofre uma expansão isobárica. O fluido absorve calor do interior do refrigerador (congelador), aumenta sua temperatura e passa de líquido a gás. A temperatura do congelador diminui, porque ele cede calor para o fluido. O fluido é novamente aspirado pelo compressor, reiniciando o ciclo termodinâmico.

PROCESSO 4→1
O fluido trocador de calor passa pelo material magnético refrigerante (agora em ausência de campo magnético aplicado). O material magnético absorve calor do fluido refrigerante e aumenta sua temperatura. O fluido, que cedeu calor para o material magnético, tem sua temperatura reduzida – o mesmo ocorre consequentemente com a fonte fria. O material magnético volta à região de campo magnético, reiniciando todo o ciclo termodinâmico.

PROCESSO 3→4
O material magnético refrigerante sai da região de campo magnético e sofre desmagnetização adiabática. A temperatura do material refrigerante é reduzida.



PROCESSO 2→3
Um fluido trocador de calor (por exemplo, água) passa pelo material magnético (mantido sob campo magnético constante), absorvendo calor do material e transferindo-o para a fonte quente.

PROCESSO 1→2
O disco girante faz com que o material magnético entre na região de campo magnético, onde sofre magnetização adiabática. A temperatura do material magnético refrigerante aumenta.

Figura 1D. Representação esquemática do mecanismo de funcionamento de um refrigerador magnético, operando no modo rotatório

CONVENCIONAL E MAGNÉTICO

Um refrigerador convencional é formado basicamente por um compressor, um condensador, um tubo capilar e um evaporador. Nessas máquinas térmicas, é usado um fluido especial – por exemplo, hidrofluorcarbonetos (HFCs) – como material refrigerante, e a pressão faz o papel de agente externo.

O princípio de funcionamento do refrigerador convencional é baseado na compressão e descompressão do fluido refrigerante em um ciclo termodinâmico. As quatro fases dessas máquinas estão representadas na figura 1(C).

Por sua vez, um refrigerador magnético é formado basicamente de material magnético com grande efeito magnetocalórico (material refrigerante) e uma fonte de campo magnético (agente externo). A figura 1(D) mostra o esquema de um protótipo de refrigerador magnético. Nele, pastilhas de material magnético são colocadas sobre um disco girante (de 0,5 a quatro rotações por segundo), que entra e sai de uma região onde existe um campo magnético gerado por ímãs permanentes.

Atualmente, há protótipos de refrigeradores magnéticos que funcionam em temperatura ambiente. De meados da década de 1990 para cá, essas máquinas, desenvolvidas principalmente na América do Norte, Europa e Ásia, evoluíram consideravelmente. Para a maioria desses protótipos, o elemento refrigerante é o gadolínio ou este combinado com outros elementos químicos (disprósio, érbio e térbio). Os campos magnéticos são gerados por dois mecanismos: uma bobina supercondutora ou um ímã permanente. Por exemplo, com um desses protótipos, desenvolvido no Canadá, em 2006, consegue-se, com uma variação de 2 T (dois tesla) – campo magnético cerca de 400 vezes mais intenso que o de um ímã de geladeira – a diminuição da temperatura em até 50 graus celsius.

O FUTURO

Apesar do sucesso dos protótipos de refrigeradores magnéticos, muitas dificuldades ainda devem ser superadas para melhorar o rendimento desses refrigeradores para que eles possam ter uso doméstico. Por exemplo, devem-se solucionar problemas técnicos, como:

- i) perda de eficiência e o baixo rendimento dos atuais materiais magnéticos usados como materiais refrigerantes;
- ii) tamanho e eficiência das bobinas e ímãs permanentes geradores do campo magnético.

Outro problema que dificulta a construção de refrigeradores magnéticos para uso doméstico é o alto custo e a escassez dos elementos de terras raras usados atualmente como materiais refrigerantes (gadolínio, érbio, térbio e disprósio). Do ponto de vista comercial, é importante buscar materiais magnéticos refrigerantes à base de elementos de transição, que são mais baratos e mais abundantes que os elementos de terras raras.

Para concluir, vamos mencionar que estudos recentes mostram que o rendimento dos refrigeradores magnéticos pode ser melhorado, combinando variações de pressão e campo magnético. O futuro dos refrigeradores magnéticos pode ser baseado em uma tecnologia na qual o material magnético refrigerante esteja sob a ação de pressão externa e campo magnético. Essa tecnologia híbrida é uma mistura da tecnologia dos refrigeradores convencionais, em que há a pressão como agente externo, e a tecnologia dos atuais protótipos de refrigeradores magnéticos, que tem o campo magnético nessa função. ■

Sugestões para leitura

- VON RANKE, P. J. 'Desmagnetização adiabática'. *Ciência Hoje*, v. 26, n. 155, p. 34 (2000).
 REIS, M. 'A reinvenção da geladeira'. *Scientific American Brasil*, n. 34, p. 44 (2005).
 GSCHNEIDNER JR., K. A.; PERCHARSKY, V. K.; TSOKOL, A. O. 'Recent developments in magnetocaloric materials'. *Reports on Progress in Physics*, v. 68, p. 1.479 (2005).
 DE OLIVEIRA, N. A.; VON RANKE, P. J. 'Theoretical aspects of the magnetocaloric effect'. *Physics Reports*, v. 489, n. 4-5, p. 89-159 (2010).

Novos materiais e métodos

O autor deste artigo estuda o efeito magnetocalórico e pesquisa novos materiais e métodos que possam ser usados para melhorar o rendimento da refrigeração magnética.

De mãe para filho

Se a depressão atinge cerca de 10% da população brasileira, imagine como é seu efeito nas grávidas, que passam por uma revolução hormonal durante o período de gestação. O bebê gerado por uma mãe deprimida tende a nascer com peso abaixo do normal, tem maior risco de desenvolvimento de problemas de saúde e até de mortalidade, segundo um estudo da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, baseado na revisão da literatura científica.

Na gravidez, a mulher sofre alterações biológicas, psicológicas e até sociais, e cada pessoa reage de forma diferente a esse novo estado. “A depressão durante o período gestacional acarreta alterações hormonais e comportamentais que podem resultar no nascimento de crianças com baixo peso (abaixo de 2.500 gramas)”, diz Daniele Marano, uma das autoras do estudo.

As grávidas que sofrem de depressão – cerca de 15%, índice maior do que o da população total – apresentam sintomas como variações de humor, de apetite e de sono. “A pessoa está sempre cansada, sem interesse pelas atividades rotineiras. Come muito ou não sente fome, dorme muito ou tem insônia, além de sentir uma tristeza aparentemen-

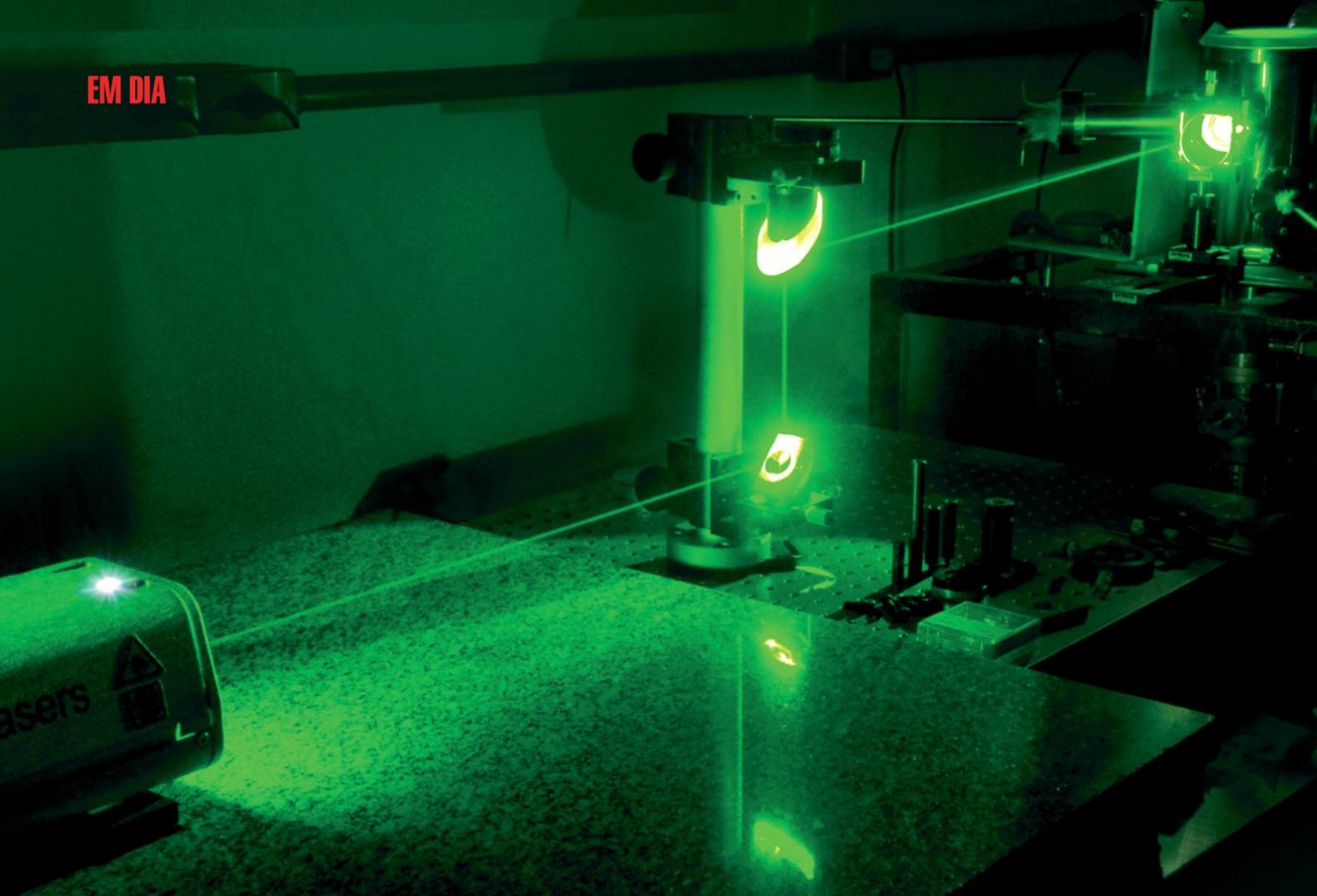
te sem explicação”, afirma Marano, destacando que a gestante deve se preocupar se esse quadro se repetir por, no mínimo, duas semanas consecutivas. Segundo o estudo, o transtorno é mais grave durante o primeiro e o terceiro trimestres de gestação e nos primeiros 30 dias do pós-parto, mas a intensidade pode variar segundo a personalidade da mulher, seu organismo, além de sua situação familiar, conjugal e sociocultural.

De acordo com Marano, a necessidade de estudar a associação entre depressão materna e baixo peso ao nascer se dá pelo fato de essa criança estar mais vulnerável a problemas em curto e longo prazo, como diabetes melito e obesidade. Vale destacar que o bebê também pode apresentar transtornos emocionais, cognitivos e comportamentais.

Marano espera que, a partir dessa revisão da literatura, os profissionais de saúde possam ter uma visão mais global de seus pacientes. O estudo se baseou em artigos científicos publicados entre 1996 e 2007. Os dados consultados estão disponíveis nas bases de pesquisa Pubmed, Scie

Bruna Ventura
Ciência Hoje/RJ





FÍSICA Convênio prevê implantação de aparelho de última geração no Brasil

Laser, para que te quero

A invenção do *laser* acaba de completar 50 anos, e muito há que se comemorar. Um dos motivos é a instalação, até meados de 2011, do primeiro *laser* de elétrons livres (FEL, na sigla em inglês) da América Latina. Uma razão ainda maior: a implantação será realizada no Brasil – mais especificamente, no Rio de Janeiro, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

A novidade é fruto da parceria entre o CBPF e a Universidade do Havaí, que emprestou os equipamentos e está ajudando na instalação. Para isso, está no Rio

o físico peruano Luis Elias, professor da Universidade do Havaí e um dos autores do trabalho original que demonstrou experimentalmente a operação de um FEL. Do lado brasileiro, está o diretor do CBPF, o também físico Ricardo Galvão, responsável pela coordenação do projeto.

O pioneirismo do Brasil, juntamente com seus parceiros, trará inúmeras vantagens para o país e também para o resto do continente. “A ideia é que esse laboratório seja aberto a toda a América Latina”, explica Galvão. “Assim, mesmo que o equipamento este-

ja em solo brasileiro, estudantes de outros países poderão vir, fazer experimentos e utilizá-lo sem custos adicionais.”

Projeto vantajoso

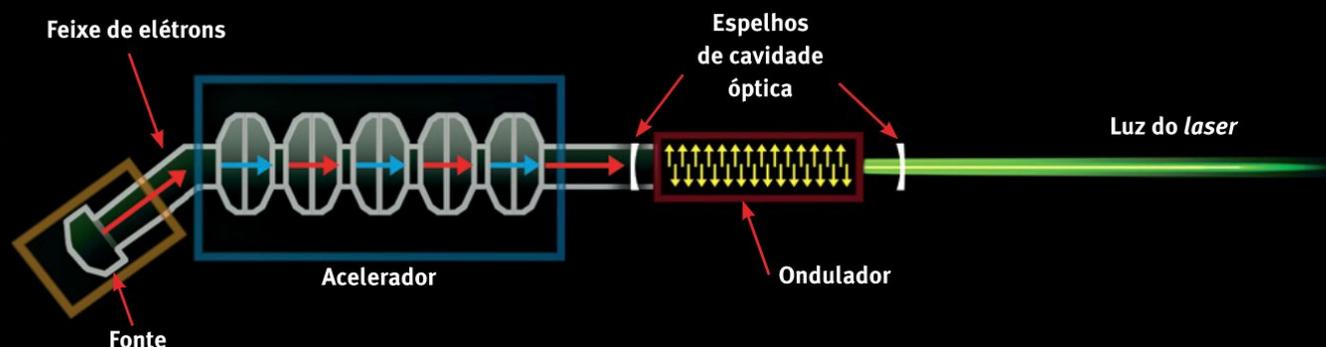
Os benefícios da implantação de um *laser* de elétrons livres no Brasil podem ser apreciados quando comparados a outros tipos de *laser*. Ele é o único que opera na faixa dos terahertz, uma frequência de ondas magnéticas que outros *lasers* não alcançam, também chamada de raios-T. “Acredito que a vantagem mais excitante seja o fato de o FEL pro-

O *laser* que será instalado no CBPF é o mesmo da Universidade do Haváí (imagem ao lado). O projeto, a ser concretizado até meados de 2011, deve acarretar importantes avanços tecnológicos nas áreas da química, biologia, medicina e física molecular

COMO FUNCIONA O FEL

A dinâmica de funcionamento do *laser* de elétrons livres não é muito diferente dos outros tipos de *laser* (ver 'A luz do século 20', em CH 269). O feixe de luz produzido por ele é, como nos outros, chamado de coerente – ou seja, é formado por ondas na mesma frequência, fase e direção. O resultado visível é uma luz fina e vermelha que, diferentemente das luzes utilizadas na iluminação pública, formam um único ponto de convergência.

Na figura, vemos um modelo de *laser* de elétrons livres. A fonte gera o feixe de elétrons que, ao passar pelo acelerador, é impulsionado à velocidade relativística – ou seja, próxima à da luz. No ondulador, onde há campos magnéticos opostos intercalados, os elétrons são obrigados a percorrer um caminho sinuoso, durante o qual emitem radiação. É esta que sai do aparelho, em forma de luz, e o feixe de elétrons volta à fonte para ser reaproveitado.



duzir ondas eletromagnéticas intensas e ajustáveis na gama de frequências entre ondas milimétricas e raios X”, opina Elias.

A frequência do *laser* de elétrons livres prevista no projeto brasileiro varia entre 0,38 e 1,2 hertz, correspondendo a uma variação de comprimento de onda de 800 a 250 micrômetros. A título de comparação, um *laser* a gás (CO₂) só pode operar nesta região através de um processo indireto, e produz radiação apenas em algumas frequências fixas.

Essas vantagens têm muitas consequências práticas na química, física molecular, biologia e medicina, por exemplo. “O DNA tem ressonância na faixa dos terahertz”, comenta Galvão. “Isso por si só já apresenta inúmeras aplicações potenciais para o FEL na bioquímica.” O *laser* de elé-

trons livres também pode ser utilizado para gerar imagens mais corretas em mamografias, na produção de imagens de segurança e em cirurgias complexas, como no cérebro e nos olhos.

Embora seja o primeiro da América Latina, o *laser* de elétrons livres a ser implantado no Brasil não é o primeiro do mundo; já há vários FELs em países desenvolvidos. O primeiro a propor o conceito de *laser* de elétrons livres foi o físico norte-americano John Madey, em 1971. “Cinco anos depois, John e eu conseguimos demonstrar com sucesso o conceito proposto por ele na Universidade Stanford”, explica Elias. Por esse trabalho, Elias recebeu, em 1990, o International FEL Prize. Desde então, um grande número de laboratórios dedicados a esse tipo

de *laser* pipocaram pelos países desenvolvidos.

O FEL a ser instalado no CBPF ocupará um espaço de 3 m por 10 m. Além de introduzir essa técnica no país, ele dará impulso à construção de um FEL mais avançado com equipamentos brasileiros. Essa parte do projeto, no entanto, seria realizada no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas. “O *laser* de elétrons livres é uma nova fonte de radiação eletromagnética intensa e, como tal, vai abrir novas e excitantes áreas da pesquisa e desenvolvimento científicos”, preconiza Elias.

Isabela Fraga
Ciência Hoje/RJ

Primeiros passos sustentáveis

Energia eólica e solar, água reaproveitada, madeira com certificação ambiental e nenhuma queima de combustível fóssil. Estas são algumas das soluções adotadas por empreendimentos que oferecem um novo modo de viver e de se relacionar com o meio ambiente, os condomínios sustentáveis. “O valor que o local tinha enquanto ambiente natural deve ser incrementado pela ação humana, e não reduzido. Quando interferimos em seu equilíbrio, o ambiente responde de forma negativa”, diz Marta Romero, arquiteta e pesquisadora da Universidade de Brasília (UnB).

Enquanto os impactos da ação humana sobre a natureza são criticados não só por especialistas,

As turbinas de energia eólica do condomínio Neo, em Santa Catarina, terão 1,2 m de diâmetro e 6 m de altura

mas por toda a sociedade, a gestão ambiental passa a integrar as estratégias empresariais – e o meio ambiente só tem a ganhar quando a sustentabilidade é praticada. “Sempre busquei reduzir o impacto ambiental das construções ao máximo. Por que os outros empreendedores não fazem isso? Não sei, já deveriam estar fazendo”, diz Jaques Suchodolski, arquiteto responsável pelo projeto do primeiro condomínio residencial com energia eólica do Brasil, o Neo, em Florianópolis (SC).

No condomínio Neo, em fase final de construção, até o canteiro de obras é ecologicamente correto, contendo sua própria estação de tratamento da água. Já o aquecimento é garantido por duas turbinas de vento, uma para cada torre residencial, onde, no lugar de enormes hélices, está um equipamento moderno, de dimensões reduzidas, projeto inovador e vida útil estimada em 30 anos.

Desenvolvidas nos Estados Unidos, as turbinas utilizam um sistema de captação vertical e são capazes de gerar cerca de 5 kilo-

watts cada, de maneira silenciosa e segura. A outra parte do aquecimento é complementada pela energia solar por meio de painéis instalados nas coberturas. “Isto significa custo zero no aquecimento e redução de 50% no total do consumo de energia elétrica. Estamos falando de uma nova geração imobiliária que une arte, tecnologia e ciência”, destaca o arquiteto. Os 24 apartamentos do Neo têm inauguração prevista para 2012.

Diante da limitação dos recursos naturais, soluções mais simples, como a captação de água da chuva para irrigar jardins ou lavar pisos são tão vantajosas para o ambiente e para o bolso quanto a energia limpa, já que os gastos com a água também podem ser reduzidos à metade. O Ecolife, empreendimento que atua principalmente em São Paulo, mas tem unidades no Rio de Janeiro, conta com coleta seletiva do lixo e reutilização da água. Os edifícios dispõem de

IMAGEM: MARCIA NATUM

energia solar e a construção conta com o selo norte-americano *Green Building*, uma certificação internacional de sustentabilidade.

Na região serrana do Rio de Janeiro, em Nova Friburgo, o Vale das Nações Residencial é o primeiro condomínio sustentável do município e reserva 50% de sua área, o equivalente a 109 mil m², à mata primitiva. Além de reaproveitamento da água, coleta seletiva e aquecimento solar das piscinas das áreas comuns, os ‘edifícios verdes’ contam com um pavimento ecológico com paralelepípedos à base de areia, que drenam a água da chuva, evitando alagamentos. Todas as ruas são arborizadas e uma estação de tratamento própria deve responder por 95% de todo o esgoto produzido pelas 220 unidades residenciais, que já começaram a ser vendidas na planta.

Segundo dados da Associação Nacional de Arquitetura Biotecnológica (Anab), para cada US\$ 1 investido na construção de edifícios sustentáveis, em 20 anos o retorno é de US\$ 15. Economizam-se 74% em saúde e em produtividade dos ocupantes, 14% na operação e manutenção do imóvel e 11% no consumo energético e hidráulico.

Para Romero, entretanto, a sustentabilidade é muito mais complexa do que as questões ecológicas que normalmente resumem o assunto: “Em vez de tornar a cidade mais segura e ecologicamente correta para todos, o espaço é privatizado em condomínios. Está tudo certo para quem entra, mas e para quem fica do lado de fora?”, questiona.

A pesquisadora da UnB compara o conceito de condomínios aos muros que cercavam os castelos durante a Idade Média: “São ilhas de segurança no meio da insegurança. Isso não é bom para a cidade a longo prazo, existe um limite. Sustentabilidade também é uma questão sociocultural, de identidade de um lugar, e isso não é possível sem o espaço comum de socialização que é a rua. Os bairros sustentáveis se-

riam ideais”, argumenta.

Segundo Romero, as medidas imprescindíveis que devem ser tomadas em prol da sustentabilidade de estão relacionadas à funcionalidade do projeto. Ela explica que o paisagismo produtivo é aquele que pode ser usufruído e não apenas contemplado e o comprador deve estar atento a isso: “As árvores precisam fazer sombra, não basta que sejam bonitas. Precisam ter frutos, que atraem os pássaros. Um solo permeável, capaz de drenar a água da chuva, evitaria muitas tragédias. Também é fundamental que a vegetação e a fauna locais sejam respeitadas e não isoladas pela urbanização”, destaca.

Outro aspecto que deve ser observado por quem procura um ‘edifício verde’ é o modo como as empreendedoras pretendem compensar o meio ambiente pelos danos causados após as obras. “Precisamos saber a forma como isso é feito, por exemplo, replantar uma só espécie vegetal para compensar as árvores que foram derrubadas durante a construção significa reduzir a biodiversidade do meio. Por isso, o conhecimento da preexistência do lugar é essencial”, alerta a pesquisadora.

Romero explica que os condomínios sustentáveis acabam sendo mais caros em função da redução do lucro para o empreendedor, já que parte da terra não é comercializada para preservar a vegetação original e o solo permeável. Por outro lado, as energias limpas e o reaproveitamento de recursos tornam a infraestrutura verde mais barata que a convencional. “O custo da tecnologia é compensado, e quando a sustentabilidade é plenamente praticada, os benefícios para o ambiente e para as pessoas são imensuráveis”, finaliza a pesquisadora.

Bruna Ventura
Ciência Hoje/RJ



BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA ON-LINE •

A biodiversidade da Amazônia pode agora ser consultada na internet. A partir de uma pesquisa realizada nos arredores da província petrolífera de Urucu, a Petrobras disponibilizou na página www.petrobras.com.br/biomapas mais de 100 espécies nativas da região. A visualização do conteúdo é feita por meio do Google Maps e Google Earth, tornando a pesquisa mais fácil e dinâmica. Além de conhecer curiosidades sobre espécies nativas vegetais e animais da Amazônia, o internauta pode ver fotos e vídeos de expedições realizadas na região, por meio de ligações da página do projeto com o YouTube, Flickr e Picasa.

QUEDA NO DESMATAMENTO • O nível de desmatamento na Amazônia no período de agosto de 2008 a julho de 2009 – 7.464 km² – foi 42% menor em relação ao período 2007-2008, segundo dados do Inpe. Essa é a taxa anual mais baixa já registrada desde que o instituto começou a monitorar a Amazônia por satélite, em 1988. Houve reduções em todos os estados, mesmo no Pará e no Mato Grosso, os que mais contribuem para o desmatamento.

NOVO MAPA DA AMAZÔNIA • A nova base cartográfica da Amazônia está disponível para visualização na página do Ministério do Meio Ambiente na internet. O mapa, em escala de 1:100 mil, traz todas as informações cartográficas básicas para o planejamento da região, como hidrografia, malha viária e localidades, entre outras. A base será um dos mais completos instrumentos norteadores das políticas públicas para a região, pois cobre os ‘vazios cartográficos’, áreas sobre as quais se tem pouco ou nenhum conhecimento territorial.

Parada obrigatória

Em agosto deste ano, uma nova lei entrará em vigor nos Estados Unidos: caminhões de até 27 toneladas, deslocando-se a 96 km/h, deverão ter sua distância de parada reduzida de 108 metros para 76 metros. De acordo com estudos da National Highway Traffic Safety Administration, entidade que zela pela segurança viária no país, essa redução de 30% deverá evitar mais de 200 mortes por ano no trânsito e perdas materiais estimadas em 170 mil dólares anuais.

Para que essa lei seja colocada em prática, é fundamental uma eficiência maior dos sistemas de frenagem. No Brasil – pouca gente sabe – se produzem freios tão eficazes quanto os melhores do mundo. Não por acaso as lonas de freio brasileiras já dominam 30% do mercado norte-americano de veículos comerciais. Com a nova lei, esse panorama deverá se manter, já que uma nova linha nacional de lonas de freio, adequada às novas determinações, vem sendo testada por clientes daquele país. E com ótimos resultados.

Os méritos são da empresa Fras-le, sediada em Caxias do Sul

(RS), que se dedica ao desenvolvimento de materiais de atrito de última geração. “Por trás de um bom freio está sempre um bom material de atrito”, diz o engenheiro Paulo Varante, gerente de pesquisa e desenvolvimento da empresa. Também conhecidos como materiais de fricção, são eles os principais componentes que garantem a segurança e o bom desempenho dos sistemas de frenagem.

Reduza a velocidade

Existem dois tipos de sistemas de freio: a disco e a tambor. No primeiro, o veículo para quando duas pastilhas prendem o disco que acompanha o movimento das rodas. No segundo, a velocidade é reduzida quando lonas fazem pressão sobre tambores acoplados às rodas. A diferença essencial é que um se baseia em pastilhas, e outro em lonas. Em ambos, porém, a eficiência é

determinada pelo mesmo fenômeno: o atrito. Quando o freio é acionado, os materiais de fricção são pressionados contra uma superfície, e é durante esse contato que acontece a desaceleração do veículo. A energia cinética é dissipada principalmente em forma de calor.

O freio a disco, mais eficiente, é usado em toda a frota europeia. Nas Américas, os carros também usam esse sistema, mas os veículos de carga ainda são mantidos com freio a tambor. Mesmo com a nova legislação norte-americana, prestes a entrar em vigor, as montadoras de caminhões deverão manter esse sistema. Afinal, os custos de aprimoramento serão bem menores que os de substituição.

Para otimizar o funcionamento dos freios atuais, atendendo à demanda da nova legislação, os engenheiros da Fras-le adotaram algumas modificações importan-

FOTOS FRAS-LE / DIVULGAÇÃO

Sistema de frenagem a disco (A) e a tambor (B). No primeiro, duas pastilhas prendem o disco que acompanha o movimento das rodas; no segundo, lonas pressionam os tambores acoplados a elas. Os materiais de atrito que fazem parte desses sistemas são produzidos pela empresa gaúcha Fras-le, que domina 95% do mercado brasileiro de materiais de atrito para freios de veículos comerciais e 30% do norte-americano





tes. Desenvolveram materiais que propiciam maior área de contato entre a lona e o tambor, e também mais resistentes à temperatura. Além disso, passaram a usar matérias-primas menos abrasivas. Os materiais de atrito são compostos basicamente por três elementos: aglomerantes (geralmente resinas fenólicas), modificadores de atrito (materiais abrasivos e lubrificantes) e fibras (de celulose, vidro, cerâmica, aço, entre várias outras).

“A eficiência do freio depende, em boa parte, da proporção em que adicionamos todos esses elementos”, explica Varante. “Foi estudando cautelosamente essa proporção que conseguimos resultados tão satisfatórios em nossa nova linha de produtos.” De acordo com os experimentos laboratoriais, essa nova geração de materiais de atrito é 40% mais eficiente do que a linha anterior.

Pé na estrada

No Brasil, a Fras-le já domina 95% do mercado de lonas de

freio para montadoras de caminhões. Os padrões de segurança adotados aqui são os mesmos da União Europeia (mais rigorosos que os padrões atuais dos Estados Unidos). De acordo com nossa legislação, um veículo comercial de grande porte a 90 km/h, após o acionamento dos freios, deve parar em no máximo 91,7 metros. Por aqui as coisas vão bem. A perspectiva agora, segundo Varante, é aumentar ainda mais nossa participação no mercado norte-americano.

Desde o início de 2010, uma frota de caminhões equipada com as novas lonas de freio nacionais já circula pelas estradas ianques. O produto vem sendo desenvolvido há mais de três anos, e agora sua eficiência está sendo testada na prática. “Estamos otimistas e aguardamos a validação final de nosso produto em breve”, diz Varante. Ele destaca que, para o desenvolvimento dessa tecnologia, a parceria entre a Fras-le e o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi de fundamental importância. “Acho que o Brasil ainda pode aprender muito com a aproximação entre indústrias e universidades!”

Henrique Kugler

Especial para *Ciência Hoje*/PR

FIOCRUZ NO CEARÁ • A Fiocruz recebeu do governo do Ceará, no dia 14 de maio último, a posse do terreno onde construirá sua sede em Fortaleza. A futura instalação é parte do Programa Mais Saúde do Ministério da Saúde, que prevê a instalação de novas unidades da instituição no Centro Oeste, Norte e Nordeste. O objetivo é contribuir para o desenvolvimento do complexo econômico-industrial de saúde e promover a descentralização regional.

BIOIMAGEM NA UFRJ • A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) conta agora com um novo laboratório: o Centro Nacional de Bioimagem (Cenabio), voltado para estudos sobre vírus, biologia estrutural, doenças neurodegenerativas, parasitárias e do sistema nervoso central, além de muitas outras linhas de pesquisa. O laboratório – parte do Instituto Nacional de Ciência & Tecnologia de Biologia Industrial e Bioimagem – fica próximo ao prédio do Centro de Ciências da Saúde (CCS), na ilha do Fundão, e é dotado de aparelhos de alta tecnologia para imageamento em biologia estrutural e bioquímica em pequenos animais.

ENERGIA NUCLEAR EM EXIBIÇÃO • O Museu de Ciências Nucleares, inaugurado em maio último na Universidade Federal de Pernambuco, será um espaço para difundir o conhecimento sobre o uso e as aplicações pacíficas das radiações ionizantes, bem como contribuir para a melhoria e modernização do ensino de ciências. Localizado no Departamento de Energia Nuclear da universidade, funciona por agendamento telefônico e está aberto às escolas e ao público em geral.



Rumo ao zircalloy brasileiro

O Brasil acaba de dar um passo importante no desenvolvimento de ligas especiais de alta tecnologia com a abertura do Laboratório Multiusuário de Fusão a Arco, que usa um arco voltaico, em vez de uma chama, para fundir materiais. Inaugurado no dia 5 de maio no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o novo laboratório permitirá produzir ligas de aço especiais com baixos teores de impurezas (chamados *ultra-clean*), bem como ligas de zircônio próprias para uso em reatores nucleares.

O projeto do laboratório teve início em 2005, motivado pela necessidade estratégica de domi-

nar a produção do zircalloy (originalmente uma marca, mas agora um termo genérico para esses produtos), a liga de zircônio usada nas varetas que compõem os elementos combustíveis dos reatores nucleares. “A qualidade tem que ser alta, já que ela vai estar exposta à radiação, à presença de hidrogênio e a altas temperaturas”, conta o engenheiro metalúrgico Luiz Henrique de Almeida, coordenador do laboratório.

O zircônio, assim como o titânio, é um metal reativo, ou seja, reage com grande eficiência com gases como oxigênio e nitrogênio. A presença desses elementos, além de gerar defeitos no material final, pode levar à combustão e explosão do material fundido. Por isso, para que esses me-

tais sejam fundidos, é necessário um ambiente inerte ou de vácuo. “Isso impede o uso de chamas na fusão, daí empregarmos eletricidade, na forma de um arco voltaico”, explica Almeida.

O forno de fusão a arco inclui um cadinho de cobre no qual é solidificado o lingote metálico. Após o estabelecimento do vácuo, um braço mecânico com o elemento a ser refundido é introduzido no cadinho. O arco voltaico é então aberto derretendo os materiais, que se misturam, formando a liga. Esta pode ser refinada através da redução do seu teor de impurezas e homogeneidade da composição química por meio de múltiplas refusões. “O laboratório tem uma escala piloto que permite o processamento de grandes quantidades de insumos, na ordem de dezenas de quilos – algo importante, pois esse volume viabiliza pesquisas de escala industrial”, esclarece o coordenador.

Segundo ele, ainda na fase de capacitação da equipe que operará o laboratório, foi possível fundir um lingote de titânio de 70 kg, o que não era feito há 30 anos, desde o Projeto Titânio do Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA).

Zirbrasil-1

A inauguração do laboratório também marcou a fusão do lingote de zircônio para a primeira liga brasileira: a zirbrasil-1. Ela é formada por esse metal e uma pequena parcela de elementos que são mantidos em sigilo até a aprovação da patente. De acordo com o engenheiro metalúrgico,

O novo forno de fusão a arco, da Coppe, permitirá produzir ligas metálicas especiais, como o zircalloy, usado nos reatores nucleares



os resultados promissores obtidos com essa liga permitem que testes adicionais sejam feitos, culminando com o uso do material em um reator experimental. “Se tudo der certo, creio que em dois anos teremos finalizado todas as avaliações do zirbrasil-1”, revela Almeida.

A pesquisa não se limita apenas à produção da liga. De acordo com o coordenador, a ideia é que o país domine todo o ciclo da sua produção, desde a purificação do minério até a fabricação das varetas utilizadas nos elementos combustíveis de reatores nucleares. Para tal, além de determinar a composição química adequada para a liga, é necessário estabelecer a rota termomecânica adequada para a transformação dos lingotes em varetas. Nesse ponto, o projeto conta com a parceria do Instituto Militar de Engenharia (IME) e da Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP). Além do estudo com zircônio, o laboratório pesquisará outros materiais estratégicos e de alto valor agregado, como ligas de titânio para a área médica e superligas à base de níquel e cobalto para uso no setor nuclear e de petróleo, entre outros.

Almeida afirma que a razão do ‘multiusuário’ no nome do laboratório é que ele está aberto não só a outros institutos de pesquisa, como também a empresas. Como o novo forno oferece uma escala maior que a laboratorial, permite que as companhias interessadas na área possam conduzir testes mais robustos antes de investirem plenamente. “Depois, eles podem adquirir fornos de fusão a arco maiores. Assim, vamos estimulando a formação de uma nova comunidade de pesquisa nesse campo”, observa o coordenador.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CONSERVANTE NATURAL

Com um caranguejo ou fungos, é possível fazer um conservante natural de alimentos bastante eficaz. Pode parecer estranho, mas é de fato na carapaça de crustáceos e na biomassa de fungos que está a quitosana, um polímero natural biodegradável com propriedades antibacterianas. Já apontada por estudos estrangeiros como bom conservante de alimentos, a quitosana agora ganha amparo de um estudo brasileiro, que a testou em variados produtos de rápida degradação.

A pesquisa foi parte da tese de doutorado da nutricionista Roberta Bento, defendida na Universidade Federal de Pernambuco. “O objetivo inicial era verificar a ação da quitosana no combate a uma bactéria específica, a *Listeria*”, explica Bento. “Os resultados foram bastante positivos, então decidimos testar sua eficácia contra essa bactéria em alimentos.” A *Listeria* é uma bactéria comum em alimentos refrigerados, mas pode fazer mal principalmente a mulheres grávidas.

A nutricionista, então, testou o efeito do gel de quitosana em produtos cárneos – patês e hambúrgueres. Em ambos, ela se mostrou bastante eficiente: nenhum sinal da *Listeria*. Em seguida, a quitosana foi testada contra a bactéria *S. aureus* no queijo minas frescal, sob a forma de revestimento. Os resultados também têm

sido bem-sucedidos. Tanto no caso dos hambúrgueres quanto no queijo, os testes ainda estão em andamento para comprovação total de sua eficácia.

O único porém de utilizar a quitosana como conservante natural é um possível gosto residual nos produtos. No caso do patê de carne, Bento afirma que a substância deixa um “gostinho azedo”, proveniente do ácido acético no qual a quitosana deve ser diluída. “Ainda assim, os resultados da análise sensorial apontaram que esse gosto não compromete o sabor do patê”, comenta a nutricionista.

No caso do hambúrguer, o resultado é melhor, uma vez que o gosto da quitosana é menos perceptível. Mas foi o queijo minas frescal, no qual o gel foi aplicado como revestimento, que obteve aprovação total em termos sensoriais. “Como a quitosana não é misturada ao queijo, o gosto não fica, embora funcione da mesma forma”, conta ela.

Futuramente, a questão do gosto não será mais um problema. Bento conta que já há estudos que buscam modificar a molécula da quitosana para que a mesma seja diluída em água em vez de ácido acético. De qualquer forma, apenas o fato de ela não ter a toxicidade dos conservantes químicos já justifica seu uso.

FLORA BRASILEIRA NA REDE • Mais de 41 mil espécies de plantas nativas brasileiras agora podem ser consultadas na rede na página do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (www.jbrj.gov.br). O trabalho, que envolveu cerca de 400 pesquisadores brasileiros e estrangeiros, fornece, sobre cada espécie, dados de distribuição geográfica por região, unidade de federação e domínio fitogeográfico. Também é possível conhecer os nomes populares e consultar quais espécies são exclusivas do território brasileiro. Chamada de Lista de Espécies da Flora no Brasil, a compilação é a primeira etapa da Estratégia Global para a Conservação de Plantas (CSPC) e apresenta 3.633 fungos, 5.521 algas, 1.522 briófitas, 1.176 pteridófitas, 23 gimnospermas e 31.248 angiospermas.

RECORDE BRASILEIRO • Maior acervo de doenças musculares do mundo, o Laboratório Neuromuscular da Universidade Federal de São Paulo atingiu, em abril, a marca de 10 mil biópsias realizadas. Ao longo de 28 anos, o material armazenado na coleção já serviu de base para vários estudos, inclusive para a descoberta do DNA mitocondrial. Segundo o patologista Beny Schmidt, chefe do laboratório, as informações disponíveis no acervo podem auxiliar a medicina na elaboração de novos tratamentos para distrofias e lesões musculares.

Mamãe, não quero!

Pode não parecer, mas a imagem ao lado é de uma mamadeira. Criada em 2007 pelo conceituado desenhista industrial egípcio Karim Rashid, o objeto é vendido junto a um texto promocional que o destaca como um “acessório utilitário” e, ao lado de outros modelos, uma boa alternativa à amamentação natural. Obviamente, para fins comerciais, não são mencionados os inúmeros efeitos maléficos que o uso da mamadeira tem sobre a saúde dos bebês, comprovados sistematicamente por pesquisas desde o final do século 19 e reconhecidos pela comunidade científica internacional há mais de três décadas.

Foi a partir desse aparente paradoxo que a desenhista industrial Cristine Nogueira desenvolveu sua tese de doutorado, defendida na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Por meio da análise de modelos de mamadeiras disponíveis no mercado, Nogueira questionou o fato de esse objeto ainda ser amplamente consumido, sem real necessidade, na sociedade ocidental. Ressaltou também o papel que o profissional de desenho industrial desempenha na conservação desse cenário.

“É muito sério que nós façamos um projeto tomando por princípio que o objeto em questão está acima

de qualquer suspeita. E, no caso da mamadeira, essa atitude vem tendo consequências gravíssimas”, opina ela. A pesquisadora cita diversos produtos que fazem mal à saúde e que são vendidos como objetos de consumo imperdíveis. “O problema toma uma configuração ainda mais preocupante quando o projeto se destina a recém-nascidos”, diz.

Chifre de boi foi o começo

Há registros da utilização de mamadeiras – ou protomamadeiras – como alternativa à amamentação natural desde a era pré-cristã. Chifres de bois eram empregados como meio de alimentar crianças na Idade Média. A partir da Revolução Industrial, no século 18, começaram a ser criados e comercializados modelos teoricamente mais adaptados à fisiologia infantil. “Se não se pode descartar

meios alternativos ao seio materno para alimentar bebês, tais meios só devem ser utilizados quando estritamente necessários”, alerta Nogueira.

O primeiro tipo de mamadeira da era industrial era a chamada ‘*mummies’ darling*’ (queridinha da mamãe), em 1880, composta por uma vasilha de vidro e uma rolha atravessada por um canudo de metal muito estreito. “O canudo de metal era praticamente impossível de ser limpo”, conta Nogueira. “Assim, bactérias se acumulavam ali e muitas crianças morriam por causa de infecções.” A esse, seguiu-se um modelo com bico vulcanizado – feito com borracha impermeável –, mais fácil de ser limpo.



À direita, ‘protomamadeira’ feita com chifre de boi, utilizada na Idade Média, à esquerda a mamadeira com bico de borracha vulcanizada; e, acima, um modelo atraente, desenvolvido a partir do espírito ‘ecologicamente sustentável’ contemporâneo



Mais tarde, começaram a surgir mamadeiras de vidro com boca rosqueada para a adaptação de bico de látex. No entanto, nos últimos 30 anos a indústria tem se utilizado do desenho industrial para produzir e lançar no mercado uma profusão de produtos com apelos tecnológicos e promocionais que tornariam a mamadeira “mais confortável para o bebê”, proporcionando a este uma “mamada mais natural”.

Alguns desses modelos, aliás, alegam levar em conta pesquisas científicas sobre os efeitos das mamadeiras em bebês. “Hoje, alguns fabricantes de mamadeiras dizem ter resolvido o problema de bolhas de ar que causam as cólicas, por exemplo”, conta Nogueira. “No entanto, não se informa ao público que a amamentação por mamadeira causa inúmeros malefícios à saúde da criança.”

Em sua tese, Nogueira se baseia em várias pesquisas que comprovam os efeitos da mamadeira e do leite em pó tanto no desenvolvimento de doenças em bebês quanto na má formação de suas arcadas dentárias e consequentes desdobramentos respiratórios. Se o desenhista industrial tem um papel tão importante em conceber esses produtos, como articular a demanda de um chefe ou empresa com o olhar mais crítico e questionador sugerido por Nogueira? “É uma questão ética”, comenta. “É preciso ter uma conduta profissional comprometida com a realidade, saber dizer não ou conduzir o projeto para vias alternativas, rumo à inovação.” No caso da alimentação de bebês, o meio alternativo que vem sendo recomendado pelas agências oficiais de saúde é o copinho. Simples assim, mas o copinho ainda está à espera de novos projetos que o façam ser mais bem acolhido por quem se acostumou a pensar que a mamadeira era um produto seguro.

Isabela Fraga
Ciência Hoje/RJ

QUÍMICA

SABEDORIA INDÍGENA

Uma técnica milenar usada por tribos amazônicas está sendo redescoberta pela ciência. Para aumentar a produtividade agrícola, alguns povos pré-colombianos queimavam – de forma controlada – pequenas quantidades de rejeitos orgânicos e obtinham uma espécie de carvão, chamado de ‘terra preta’. Esse material, além de fertilizar o solo, era capaz de reter carbono, por milhares de anos, de modo muito mais eficiente que os processos que ocorrem naturalmente na floresta.

Inspirados nesse saber tradicional, os químicos Fernando Wypych e Antonio Mangrich, da Universidade Federal do Paraná, estão desenvolvendo métodos para produzir o chamado biocarvão, capaz de armazenar carbono no solo por centenas ou até milhares de anos. “Nossas pesquisas têm alcançado resultados animadores”, comemoram os químicos. “Além do biocarvão, produzimos também bioóleo [que pode ser ótimo combustível], biogás [usado para produzir energia] e um extrato ácido [boa opção de biocida para a agricultura orgânica].”

Um modo eficaz de obter esses produtos é a pirólise (processo de queima controlada, em que a biomassa é aquecida entre 300°C e 600°C em ambiente po-

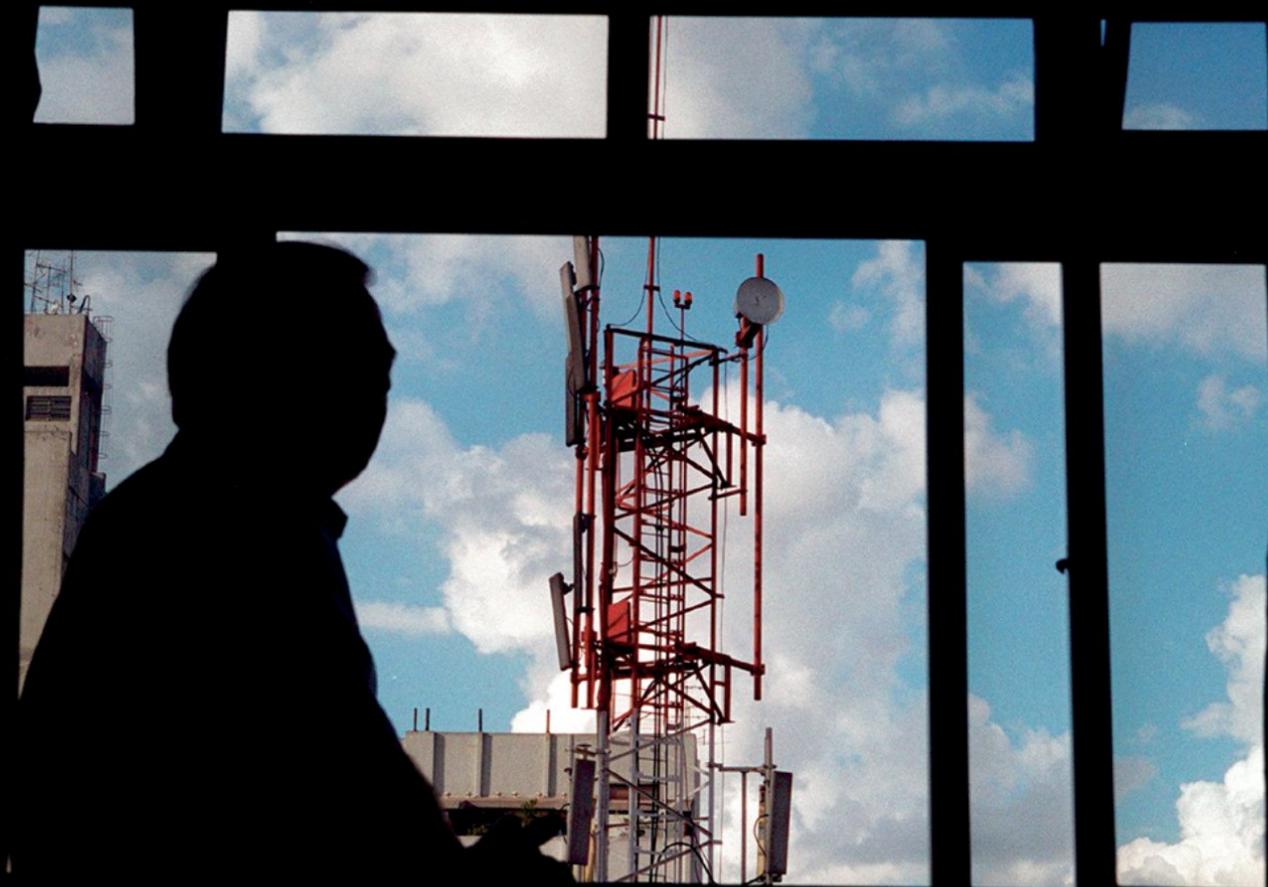
bre em oxigênio). “O biocarvão produzido pode fazer com que até 50% do carbono presente na matéria orgânica fique no solo, em vez de se dissipar na atmosfera e intensificar os problemas ambientais que enfrentamos”, explica Wypych. De quebra, produz-se bioóleo, biogás e extrato ácido. Com a pirólise, pode-se, portanto, dar utilidade a praticamente todo tipo de rejeito orgânico, oriundo da agricultura ou até de lixões em áreas urbanas.

Os pesquisadores lembram que, na mesma linha de trabalho, a empresa Bioware, de Campinas (SP), lançou recentemente um processador capaz de pirolisar, em escala industrial, quantidades consideráveis de rejeitos orgânicos. O assunto tem sido bastante estudado e será tema da 3ª Conferência Internacional de Biocarvão, que acontecerá no Rio de Janeiro em setembro próximo, sob organização da Embrapa Solos. “A ‘terra preta’ desperta grande interesse internacional, e cientistas do mundo inteiro estão atentos a esse conhecimento tradicional de nossos índios”, alerta Mangrich. “Não podemos ficar para trás em um tema tão importante e que diz respeito à nossa própria cultura.”



FOTO BEATA MANDARI/EMBRAPA

Plantação de mamão no município de Iranduba (AM) fertilizada com ‘terra preta de índio da Amazônia’



SAÚDE PÚBLICA Câncer pode estar relacionado à localização das antenas de celular

Ligação perigosa

Nunca foi tão fácil ter um celular. A última pesquisa do Centro de Estudos sobre Tecnologia da Informação, divulgada em abril, mostra que a proporção de brasileiros com os aparelhos cresceu 21% nos últimos três anos (de 2006 a 2009). Isso significa que em 82% dos domicílios do país, pelo menos uma pessoa tem um celular. Mas a constante exposição dos usuários à radiação eletromagnética transmitida pelo aparelho e pelas antenas é segura? Não, segundo a engenheira e pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais Adilza Condessa Dode, autora de um estudo que relaciona o número de óbitos por câncer à radiação emitida por antenas de telefonia móvel.

A primeira parte da pesquisa

consistiu em analisar, entre o total de casos de câncer na cidade de Belo Horizonte, quantos estavam relacionados à radiação eletromagnética. Ao todo, foram 4.924 óbitos no período entre 1996 e 2006 pelos tipos de câncer relacionados, como próstata, mama, pulmão, rins e fígado. Em seguida, a pesquisadora mapeou 300 pontos de antenas na cidade e, ao cruzar os dados, constatou que mais de 80% das pessoas que morreram moravam a cerca de 500 m de distância desses pontos.

De acordo com os cálculos teóricos de Dode, o nível de radiação desses locais ultrapassa os padrões adotados pela legislação federal, em maio de 2009, de 300 GHz. “Esses padrões já são extremamente altos e perigosos para a saúde hu-

mana. Quanto mais próximo de uma antena a pessoa mora, maior é o contato com o campo elétrico”, diz a pesquisadora, que costuma passar cerca de oito horas em cada residência analisada medindo a radiação e planejando a arquitetura eletromagnética do lugar. “Incentivo as pessoas a mudarem o quarto para outro cômodo, menos afetado, e a evitarem as partes da casa onde a incidência da radiação é maior”, diz.

Embora os padrões de exposição à radiação em vigor tenham sido definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que segue as recomendações da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiação Não Ionizante (ICNIRP), Dode discorda: “A legislação atende aos interesses indus-

FOTO TUCA VIEIRA/FOLHAPRESS

triais, econômicos e tecnológicos, não considerando a saúde das pessoas”, afirma. A exemplo de países como a Suíça e a Itália, onde a lei é mais rigorosa, a pesquisadora sugere que cada município tenha autonomia para definir seu limite de exposição humana à radiação. “Isso já acontece em Porto Alegre e deveria acontecer em todas as cidades brasileiras”, argumenta.

Dode, junto a outros 23 pesquisadores de vários países, assinou a Resolução de Porto Alegre, documento resultante de um seminário promovido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul no ano passado, pedindo a redução do limite estabelecido no país. “É uma questão de precaução. Acredito que só conseguiremos isso com mobilização social. Não podemos ficar esperando por uma mudança na lei”, afirma.

De acordo com a pesquisadora, as antenas que ficam dentro do aparelho também são perigosas: “A potência emitida pelo celular é contínua e agravada pela posição das antenas, voltadas na direção do cérebro do usuário”, explica. Enquanto não existem legislações mais rígidas ou normas de fabricação em relação a isso, Dode recomenda que o uso do celular se restrinja a emergências: “Eu mesma só uso em casos excepcionais e prefiro enviar mensagens de texto. Para conversar, uso o telefone fixo. É perfeitamente possível mudar os hábitos”, diz.

A pesquisadora recomenda, ainda, que as pessoas atendam os celulares usando fones de ouvido sempre que possível e que guardem o aparelho longe do corpo. Segundo ela, crianças não devem usar o aparelho e a instalação de antenas deve ser proibida nas proximidades de escolas, hospitais, creches ou casas de repouso.

Bruna Ventura
Ciência Hoje/RJ



O requeijão é um laticínio muito consumido no Brasil. Recentemente foi desenvolvida no país uma tecnologia que permite a produção do requeijão simbiótico, mais saudável e tão bom quanto os tradicionais

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

REQUEIJÃO SIMBIÓTICO

Pela primeira vez foi desenvolvido no Brasil processo industrial que viabiliza a produção de um requeijão mais saudável – o chamado requeijão simbiótico. Os méritos dessa nova feitura da indústria alimentícia moderna cabem à bioquímica Deisy Drunkler, do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Estudo recente da pesquisadora, desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná viabilizou a produção desse laticínio em larga escala. “O requeijão é um dos queijos mais consumidos no Brasil”, diz Drunkler. Apesar disso, até agora nenhuma indústria comercializa o produto na sua forma simbiótica.

Mas afinal o que é um requeijão simbiótico? Para entender direito essa história, é preciso conhecer melhor a família dos chamados alimentos funcionais. Estes, consumidos regularmente, podem produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos benéficos à saúde. Fazem parte do grupo os alimentos probióticos, prebióticos e simbióticos.

Os primeiros têm em sua composição micro-organismos vivos (como *Lactobacillus* ou *Bifidobacterium*) capazes de equilibrar nossa microbiota intestinal. Os benefícios são muitos: otimizam a digestão da lactose, reduzem o mau colesterol,

melhoram o sistema imunológico e previnem alergias, entre outras vantagens. Os prebióticos contêm, em vez de micro-organismos vivos, ingredientes que não são metabolizados e fornecem energia para as bactérias que vivem naturalmente em nosso organismo. Seus benefícios também são notáveis: diminuem processos inflamatórios, aumentam a absorção de sais minerais e têm efeito anticarcinogênico.

Já os alimentos simbióticos têm propriedades probióticas e prebióticas. “Assim, seu efeito saudável é potencializado”, explica a pesquisadora. Ela diz que o mercado de alimentos funcionais está em franca expansão. Japão, Estados Unidos e Europa se destacam no segmento, que só em 2005 movimentou cerca de US\$ 60 bilhões no mundo (US\$ 600 milhões no Brasil). Nossa perspectiva de crescimento é de 20% ao ano.

Esse é o contexto em que Drunkler desenvolveu o inédito requeijão simbiótico, cujo sabor, garante a pesquisadora, “é tão bom quanto o dos requeijões comuns”. O produto ainda não é fabricado comercialmente e não se sabe quando ele estará nos supermercados. “A tecnologia já existe”, diz Drunkler. “Resta saber se a indústria vai comprar a ideia.” A expectativa é positiva, pois o cuidado com alimentação saudável nunca esteve tão em voga como agora.

DIAGNÓSTICO PELA VOZ

É comum perceber o humor de uma pessoa apenas pelo tom de sua voz. Então, por que não fazer diagnósticos a partir do mesmo princípio? É a ideia que norteia uma tese de doutorado defendida na Universidade de São Paulo, cujo objetivo é detectar doenças em um paciente com a ajuda de um programa de computador que identifica alterações na voz.

Desenvolvido pelo engenheiro eletrícista Paulo Rogério Scalassara, o programa processa digitalmente sinais da voz de um paciente e detecta alterações nela com base em modelos anteriormente gravados por pessoas saudáveis e doentes. Inicialmente, o programa trabalha com duas patologias: nódulo nas pregas vocais e edemas de Reinke – inflamações nas cordas vocais. No entanto, ainda não é possível fazer distinção entre essas duas alterações. “É nessa questão que estou trabalhando agora”, esclarece Scalassara.

Por ‘agora’, o engenheiro eletrícista se refere ao pós-doutorado, iniciado este ano no Instituto de Física da USP, com orientação do professor Rodrigo Capobianco Guido e apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Nele, Scalassara pretende,

além de aprimorar os modelos desenvolvidos durante o doutorado, ampliar o escopo de doenças identificadas para abarcar também pólipo, carcinoma da laringe, doença de Parkinson e tremor essencial.

Já existem, no mercado, programas de computador que auxiliam o diagnóstico médico a partir da voz do paciente. O diferencial proposto por Scalassara está no modelo utilizado para detectar alterações na voz. Seu princípio de funcionamento é a análise de variações de um índice de previsibilidade dos sinais de voz, obtido por medidas de entropia – ou seja, o grau de desordem dos sinais vocais. “Sinais de voz saudáveis são mais regulares e têm menos ruído, portanto, devem ser mais previsíveis que os patológicos”, explica Scalassara. Ou seja: em vez de detectar alterações em um modelo linear de sinais vocais, nesse programa observam-se variações da previsibilidade.

O programa ainda está em fase de testes, mas Scalassara alerta de antemão: “Ele deve ser usado em conjunto com outras técnicas, pois aponta apenas que a pessoa pode ter algum problema”. De qualquer forma, ele facilita o trabalho dos médicos e a vida dos pacientes, por fornecer a possibilidade de exames menos invasivos.

O paciente diz “ah” e o programa percebe se há alguma alteração imprevista na sua voz para indicar um diagnóstico

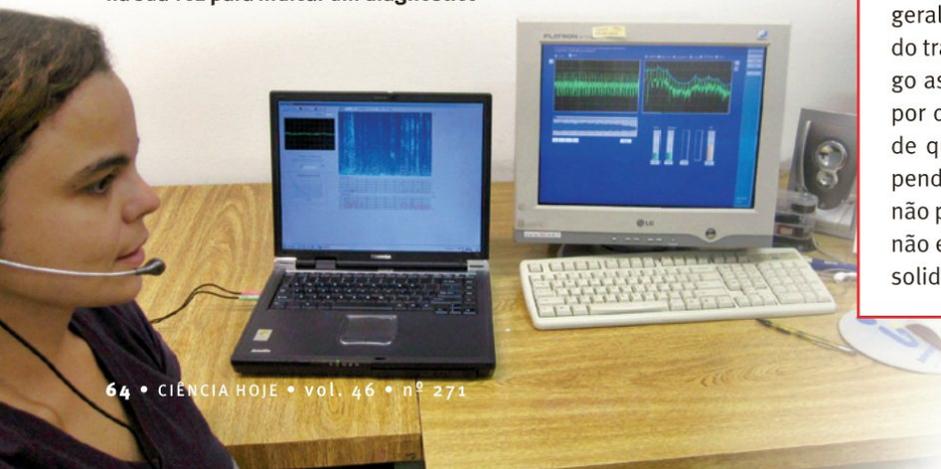
EMPREGOS ILEGAIS CRESCEM NO PAÍS

A década de 1990 marcou profundamente o mercado de trabalho brasileiro. Recessão econômica, abertura comercial, privatizações, planos de estabilização e corte nos gastos públicos caracterizaram a política neoliberal. Desde então, o número de pessoas trabalhando sem carteira assinada só aumentou, apesar da tendência à formalização dos empregos e do crescimento econômico verificado a partir do ano 2000. “O ritmo do aumento de empregos ilegais foi reduzido, mas continua crescendo”, analisa Renata Corrêa, economista e pesquisadora da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Segundo Corrêa, o que diferencia os dois períodos é que, durante a década de 1990, somente o emprego sem carteira assinada cresceu. Já a partir do ano 2000, tanto o emprego legal quanto o ilegal subiram: “A formalização aumenta, mas não quer dizer que a ocupação ilegal diminua em número absoluto”, diz. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), enquanto em 2002 o número de empregos ilegais era de 10,8 milhões, em 2008 o total chega a 12 milhões.

Para a pesquisadora, os números não refletem apenas fatores de ordem econômica, mas também podem estar associados a outros fatores, como as restrições impostas pela Lei de Responsabilidade Fiscal, controlando os gastos públicos com pessoal. A pesquisa revelou que, em relação aos empregados formalizados, entre os empregados sem carteira assinada há uma maior participação de jovens, especialmente menores de idade, e maior peso de empregados das regiões Norte e Nordeste. A grande maioria dos empregados sem carteira trabalha em estabelecimentos de menor porte, e estão distribuídos por praticamente todos os setores de atividade econômica, sendo que os maiores contingentes estão no comércio, na indústria de transformação, na construção e na administração, saúde e educação públicas.

O termo ‘informal’ nas relações trabalhistas, em geral, compreende as formas precárias de inserção do trabalho, apresentando-se nas formas de emprego assalariado sem carteira assinada e de trabalho por conta própria. O termo diz respeito à ilegalidade quando o empregado tem uma relação de dependência e subordinação com o empregador, mas não possui carteira de trabalho assinada e, por isso, não está amparado pela legislação trabalhista, consolidada na CLT.



José Marcos Pinto da Cunha

Departamento de Demografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), e Núcleo de Estudos de População (Nepo), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)



Segregação socioespacial em cidades brasileiras

Quando se fala em segregação socioespacial, nem sempre existe consenso, no ambiente acadêmico, sobre seu significado e, sobretudo, suas consequências. Afinal, esse fenômeno é complexo tanto em relação às formas que pode assumir quanto no que se refere a seus condicionantes e a seus impactos sobre a população em geral e, em particular, sobre a de mais baixa renda. Seja como for, com a aceleração do processo de urbanização no mundo, em especial nos países em desenvolvimento, a separação de grupos populacionais no espaço urbano é um fato que requer maior atenção, principalmente por parte dos planejadores e das políticas públicas.

Sea em decorrência da etnia, como nos Estados Unidos, seja em função do posicionamento social, como é mais comum na América Latina, em especial no Brasil, a população não se distribui de forma aleatória no território das cidades. Isso tem efeitos que, na maioria das vezes, superam a simples aglutinação de ‘semelhantes’ no espaço, passando a ter implicações sobre a forma como estes vivem e se reproduzem socialmente. Como veremos, a segregação socioespacial geralmente implica também desigualdade de acesso às oportunidades oferecidas por nossas cidades, em especial nas maiores regiões metropolitanas.

Segundo o relatório “A situação da população mundial – 2007: desencadeando o potencial do crescimento urbano”, da Organização das Nações Unidas, já em 2008 o mundo passou a ter a maioria da população urbana e, até 2030, mais de 60% da humanidade viverão em cidades. Na América Latina, o ritmo de urbanização, muito rápido desde a década de 1950, fez com que, hoje, oito em cada 10 pessoas habitem áreas urbanas. No Brasil, essa proporção é ainda maior: quase 84% da população.

Assim, mesmo reconhecendo que as estimativas sobre a população urbana mundial são imprecisas (devido à dificuldade de definir o que seria urbano e rural em contextos socioespaciais tão diferentes como são os países, e mesmo dentro de cada país), a verdade é que há muito tempo deixamos de ter o rural como referência, ao menos em termos sociodemográficos. Fazemos parte de uma sociedade que é e será cada vez mais urbana.

Essa realidade pode, em tese, trazer aspectos positivos, já que os urbanitas teriam maior facilidade de acesso aos benefícios do progresso técnico-científico e às oportunidades de trabalho, educação, cultura, infraestrutura e outras. No entanto, a história de nosso país e de muitos da América Latina mostra que, em vez de reduzir as distâncias sociais, a concentração urbana ampliou-as, a ponto de as cidades, em particular as maiores, terem se tornado o grande foco da desigualdade social e da concentração de pobreza. De fato, é nas grandes cidades que as diferenças sociais parecem aflorar com maior vigor. Ou seja, embora o processo de urbanização exiba pontos positivos, não se pode ▶

Um atendimento e uma localização melhores no território aliviariam boa parte dos sofrimentos da população brasileira, em particular os que dizem respeito à falta de infraestrutura e serviços básicos

negar que em muitos países, em particular no Brasil, ele trouxe muito mais preocupações do que soluções.

Considerar a cidade como o local onde a pobreza é mais aguda, as condições de vida se degradam, a infraestrutura e os serviços públicos nunca são suficientes para atender às demandas, não pode ser visto como um modo pessimista de perceber os avanços de nossa urbanização. Na verdade, é uma forma realista, crítica e não romântica de reconhecer que os processos de formação de nossas sociedades foram sempre elitistas e pouco igualitários, gerando muita exclusão e conflitos sociais.

Sobretudo nas nossas grandes cidades e metrópoles, essa desigualdade social inclui também uma expressão espacial. Vários estudos, em nossas maiores áreas metropolitanas (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Campinas e outras), mostram que as diferenças sociais observadas no conjunto da população têm clara correspondência na localização espacial das diferentes camadas da sociedade.

Nossas cidades refletem o que ocorre no mundo em desenvolvimento: mostram-se pouco igualitárias também no que diz respeito ao lugar que cada família ou pessoa ocupa em seus territórios. A segregação é quase um corolário do processo de estruturação e expansão dessas cidades. Espaços diferentes estão reserva-

dos (ou disponíveis) para pobres e ricos e, mais que isso, as oportunidades são diferenciadas segundo o local de residência. As poucas exceções a essas ‘regras’ são propiciadas por movimentos espontâneos ou organizados da sociedade civil, como as ocupações urbanas que reivindicam o “direito à cidade”, ou, o que é mais raro, por ações do Estado, que poderia fazer muito mais nesse sentido.

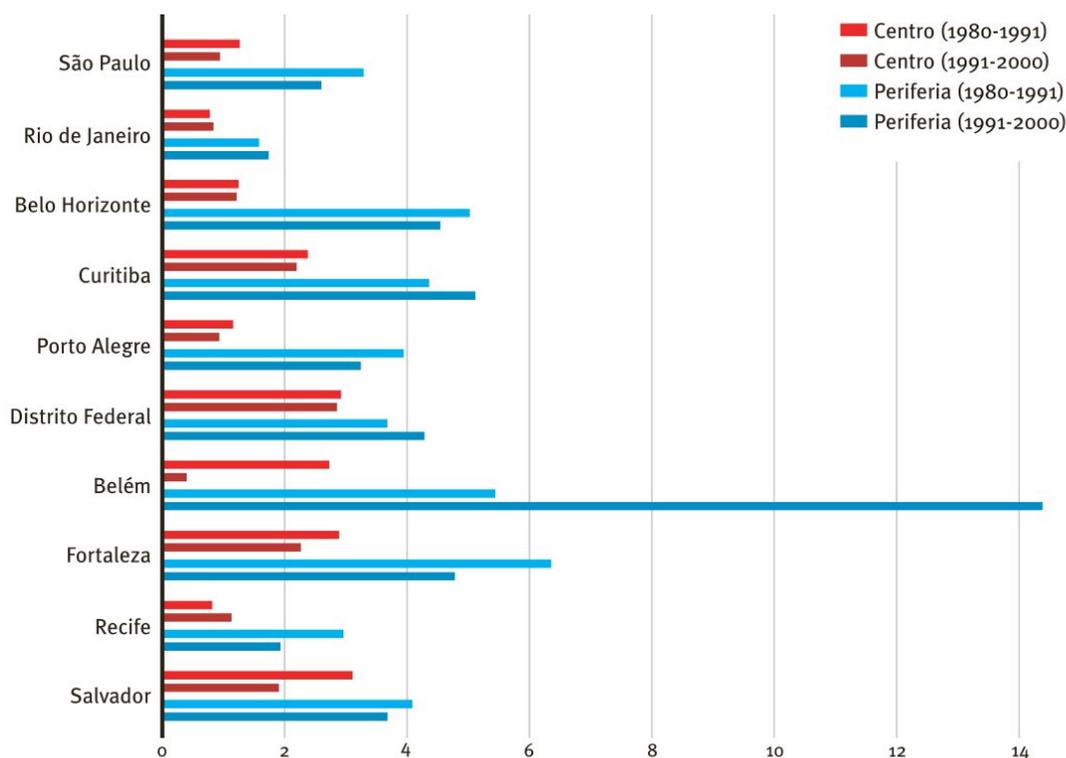
Embora a ideia de que existe uma periferia distante e mal estruturada reservada para os pobres e uma área mais central e consolidada disponível para os ricos ainda esteja presente em muitas de nossas regiões metropolitanas, em algumas, como o Rio de Janeiro, já há suficientes evidências de que a escala da segregação varia de modo considerável: em certas zonas menores, a mescla de grupos sociais distintos já pode ser percebida. No entanto, muito embora a distância física entre pobres e ricos possa ter diminuído, a distância social parece persistir. Por outro lado, também é cada vez mais comum encontrar, em nossas metrópoles, exemplos de ocupações periféricas (no sentido apenas geográfico) por parte da população mais abastada: é o fenômeno – ou febre – dos condomínios horizontais fechados.

O crescimento dos municípios periféricos nas principais regiões metropolitanas do país é uma realidade (ver figura), tanto nas mais consolidadas e já com

menor crescimento populacional (como São Paulo e Rio de Janeiro) quanto nas que ainda apresentam forte expansão (casos de Curitiba, Belém e Fortaleza). Os dados mostram que as regiões metropolitanas se expandem claramente em direção aos municípios vizinhos. Esse processo, reforçado pela migração – tanto a que vem de fora quanto a que ocorre dentro da região – contribui em boa medida para que a segregação socioespacial em escala municipal fique muito mais visível em muitas de nossas metrópoles.

Tome a forma que tomar, essa segregação tem efeito direto e significativo sobre a vida das pessoas. Estudos, no Brasil e em outros países, não deixam dúvida de que, independentemente da condição social, o espaço ‘importa’ quando o assunto são as condições de vida dos habitantes de uma cidade ou região metropolitana. O efeito do lugar onde se vive é um fator a mais a ser considerado no conjunto de ativos (ou passivos) das pessoas ou famílias, é um impacto que se soma àqueles ligados à situação socioeconômica. Por exemplo, famílias pobres que vivem em áreas precárias, com pouco ou nenhum desenvolvimento urbano, terão mais dificuldades que aquelas que, embora na mesma condição, vivem em áreas mais consolidadas da cidade.

Isso foi comprovado em análises feitas sob várias óticas: atendimento à saúde, desempenho escolar, inserção no mercado de trabalho e outras. Os mecanismos que tornam esse impacto tão forte estão ligados à estrutura de oportunidades oferecidas pela região, em particular as de responsabilidade do poder público (saúde, educação, infraestrutura e serviços em geral). Este claramente relega a segundo plano, ou diferencia, o investimento em



certas áreas da cidade, seja porque sua ocupação é clandestina, seja porque são distantes (portanto, pouco acessíveis) ou simplesmente porque há evidente desinteresse em atender a essa parcela da população.

No caso da saúde, por exemplo, não se trata apenas da existência ou não de equipamentos em certas áreas, já que em muitas regiões estes têm boa distribuição. No entanto, o mesmo não pode ser dito quanto à qualidade dos serviços, relacionada muitas vezes à qualidade e disponibilidade do profissional que atua nessas áreas. Algo semelhante ocorre na área da educação. Assim, a ação – ou talvez a não ação – do Estado são, em geral, elementos-chave para entender essa questão, já que delas depende boa parte das oportunidades que levariam a um melhor padrão de vida. Mesmo a progressiva ocupação das periferias distantes, usada muitas vezes para justificar a dificuldade para atender à

população dessas áreas, não é argumento convincente, já que boa parte da desordem urbana é fruto também do pequeno poder de gestão e regulação por parte do poder público.

Não se pode pensar em uma sociedade urbana justa e igualitária se, além de acesso a um trabalho digno e justamente remunerado, a serviços públicos de qualidade e a oportunidades culturais e políticas, não for possível garantir o acesso a uma habitação de qualidade – e isso não se refere apenas aos materiais usados, mas também aos locais onde as casas são erguidas. O Estatuto das Cidades, aprovado em 2001, fornece mecanismos para que os administradores de nossas cidades regulem a ocupação territorial. O capítulo III do artigo 39, por exemplo, remete à figura da “função social da propriedade urbana”, que poderá, segundo o Estatuto, ser invocada sempre que atenda “às exigências fundamentais de ordenação da cidade

expressas no plano diretor”. Fica claro que o uso desse importante instrumento depende das prioridades e dos interesses expressos no plano de expansão e crescimento das cidades.

Encontrar formas socialmente mais justas de ordenamento territorial e, sobretudo, de ocupação demográfica para as cidades é questão que não depende apenas de recursos disponíveis, de projetos bem desenhados etc. É também uma vontade política. Um atendimento e uma localização melhores no território aliviariam boa parte dos sofrimentos da população brasileira, em particular os que dizem respeito à falta de infraestrutura e serviços básicos e aos riscos ambientais. Reconhecer que, em nosso país, a segregação socioespacial é um complicador para as condições de vida dos mais pobres certamente nos levará a pensar em políticas públicas nas quais essa questão passe a ter relevância cada vez maior. ■

Taxa de crescimento da população (no centro e na periferia), entre 1980 e 2000, em 10 regiões metropolitanas brasileiras

Erving Goffman e as instituições totais

Carlos Benedito Martins

Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília

Nascido no Canadá, Erving Goffman (1922-1982) é considerado um dos nomes mais influentes na sociologia norte-americana. Tanto que, no final de sua vida, presidiu a importante Associação Americana de Sociologia. Sua obra teve também forte impacto na sociologia internacional contemporânea. Curiosamente, sua formação inicial foi em química, graduando-se na Universidade de Manitoba. Ele só iniciou seu treinamento em sociologia em 1944, na Universidade de Toronto. Após a graduação, escolheu uma universidade norte-americana para continuar seus estudos nessa área. Sua opção foi o Departamento de Sociologia da Universidade de Chicago, que exerceu profunda influência em sua formação intelectual.

Apesar da diversidade teórica e metodológica existente naquele departamento no período 1946-1952, foi ali que floresceu a corrente do interacionismo simbólico, liderada pelo norte-americano Herbert Blumer (1900-1987), que criou esse termo em 1937. Resgatando contribuições do filósofo George H. Mead (1863-1931), também norte-americano, Blumer insistiu sobre as dimensões interpretativa, contingente e transformado-

ra da ação social, ou seja, essa ação é produzida no contexto das interações que os indivíduos estabelecem entre si e depende desse contexto. Com isso, investiu contra a sociologia do contínuo Talcott Parsons (1902-1979), que acentuava a importância de fatores como normas, valores e sistema cultural na constituição da ação individual.

Embora declarasse que não se vinculava ao interacionismo simbólico, Goffman era figura proeminente em um grupo de estudantes do Departamento de Sociologia. Muitos teriam, mais tarde, destaque na sociologia norte-americana, como Howard S. Becker, Ralph H. Turner, Joseph Gusfield e Helena Lopata (1925-2003), entre outros. Esses futuros pesquisadores adotaram uma postura cética em relação à ambição de Parsons de desenvolver uma teoria geral sobre a ação social e a ação da sociedade. Ao mesmo tempo, procuraram distanciar-se do uso de procedimentos quantitativos em suas pesquisas, contribuindo para o florescimento de uma sociologia interpretativa, calcada em minuciosas observações empíricas.

Ao longo de sua vida acadêmica, Goffman colocou no centro de sua sociologia a análise do

problema da interação social, procurando compreender os fenômenos que emergem quando dois ou mais indivíduos estão em contato. Suas análises buscavam detectar os mecanismos sociais que sustentam e/ou comprometem os processos da interação entre os indivíduos nas mais diversas situações concretas: em um elevador, em uma conversa informal, em uma entrevista para obtenção de trabalho, nas vias públicas, em uma fábrica, em um hospital psiquiátrico etc.

As instituições totais

Um de seus trabalhos que tiveram forte impacto na sociologia contemporânea, ao lado de outros, foi *Manicômios, prisões e conventos* (*Asylums*, no original de 1961). Nesse trabalho, Goffman explorou um nível de análise que mereceu pouca atenção no conjunto de sua obra – a investigação, por observação direta, de uma organização social concreta. Para isso, realizou uma pesquisa de campo, entre 1955 e 1956, no Hospital Saint Elizabeth, instituição federal situada em Washington, que contava com mais de 7 mil internos. Sua intenção era conhecer o mundo social do internado em um hospital psiquiátrico e analisar como

um tipo particular de instituição, chamada por ele de 'instituição total', corrói a identidade dos pacientes confinados no seu interior.

Goffman propôs nesse trabalho o conceito de 'instituição total', que caracterizou como local de residência e trabalho onde grande número de indivíduos, submetidos a situações cotidianas semelhantes, levam uma vida fechada e administrada por uma equipe dirigente. Os indivíduos ali confinados são isolados da sociedade mais ampla por tempo considerável. A 'vida fechada' é expressa por

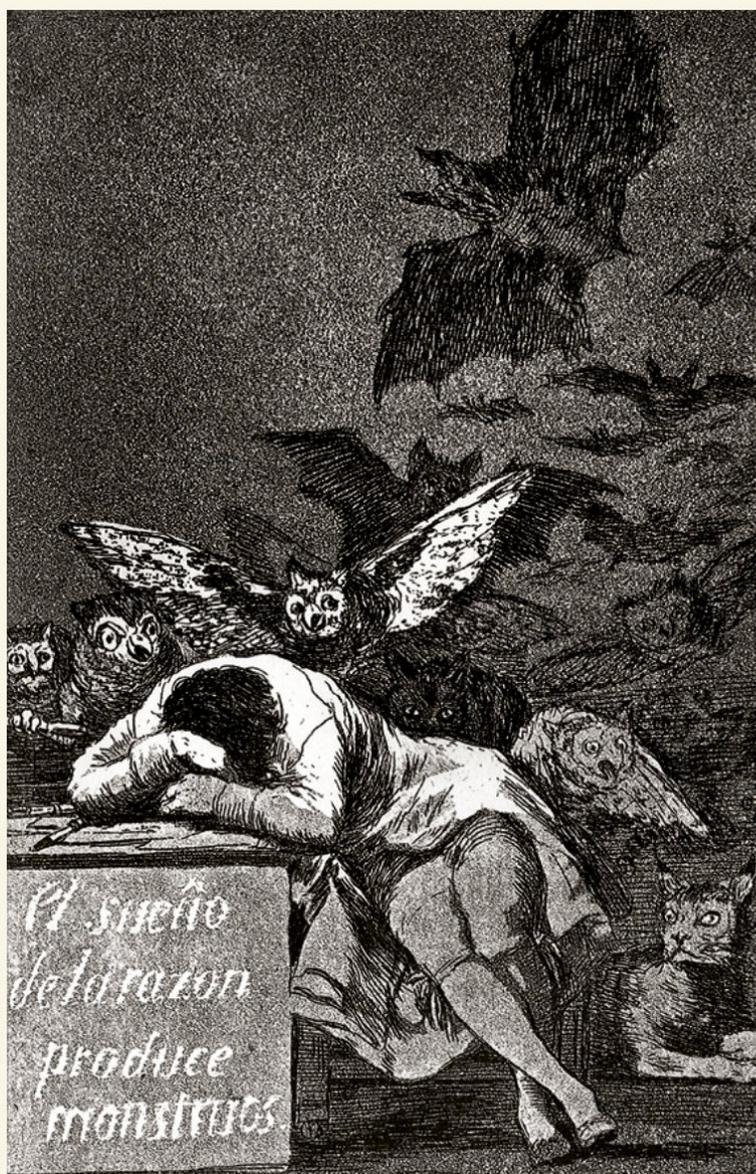
barreiras construídas em relação ao mundo externo: paredes altas, arame farpado, fosso, portas fechadas, pântanos etc. Tais obstáculos impedem o contato dos reclusos com a sociedade mais ampla. Para ele, prisões, manicômios, campos de concentração, quartéis, sanatórios, mosteiros e internatos escolares eram exemplos de instituições totais.

Nessas instituições, há uma divisão básica: um grupo que Goffman chama de 'internados', controlados por uma pequena equipe de supervisão, a 'equipe

Para os reclusos, a entrada nessas instituições representa uma despedida da vida civil e o início de um confinamento em um novo espaço, que terá controle absoluto sobre seu comportamento

dirigente'. Ali, todos os aspectos da vida do indivíduo, como trabalhar, dormir, alimentar-se e divertir-se, ocorrem no mesmo local em que estão confinados, e suas atividades diárias são realizadas em conjunto com os demais internados, segundo um rígido sistema de regras e horários preestabelecidos. Em geral, os internos têm contato restrito com o mundo externo. Em contraste, os dirigentes dedicam parte de seu tempo à instituição e estão conectados com o exterior. Cada grupo tende a conceber o outro por meio de estereótipos e sentimentos hostis. A equipe dirigente vê os reclusos como amargos e não merecedores de confiança, e para os internados os dirigentes são arbitrários e mesquinhos. Os dirigentes controlam as informações e diagnósticos sobre o passado e o presente da vida dos internos, guardando também em segredo as decisões sobre seus destinos. Para Goffman, internados e dirigentes constituem dois mundos sociais e culturais diferentes que, embora em contato cotidiano, têm pouca interpenetração.

No livro, Goffman procurou explicitar as formas pelas quais as instituições totais destroem a identidade pessoal dos internos. Ele analisou as diferentes etapas ▶



FRANCISCO JOSÉ DE GOYA Y LUCIENTES/O SONHO DA RAZÃO PRODUZ MONSTRUOS, DA SÉRIE OS CAPRICHOS

Os trabalhos de Goffman permanecem atuais e instigantes, em especial diante da proliferação de instituições de encarceramento nos quatro cantos do mundo

que os reclusos percorrem, ou seja, as fases de pré-internação, admissão, integração e pós-internação, processo que chamou de ‘carreira moral’ dos internos. Antes de ingressar em uma instituição total, os indivíduos desenvolviam variadas atividades em um ambiente civil, o que lhes dava uma concepção tolerável de sua identidade pessoal, e tinham um conjunto de formas de defesa para enfrentar adversidades, conflitos, dúvidas e fracassos. Na instituição total, o interno perde esses apoios. Ela anula a identidade pessoal dos internos desde sua admissão, e essa profanação do ‘eu’ pode chegar a degradações morais e humilhações, como obrigar judeus a entoar canções antissemitas nos campos de concentração. Para os reclusos, a entrada nessas instituições representa uma despedida da vida civil e o início de um confinamento em um novo espaço, que terá controle absoluto sobre seu comportamento.

A barreira que as instituições totais colocam entre o internado e o mundo externo é uma das primeiras mutilações de sua pessoa. Em muitas instituições totais, na fase inicial de internamento são proibidas as visitas de pessoas próximas dos reclusos e as saídas destes são interditas. Começa

assim um processo de ruptura com os papéis que exerciam antes. Em geral, o processo de admissão na instituição total envolve atos como fotografar o interno, pesar, despir, dar banho, desinfetar, cortar os cabelos etc. Ao ser internado, o interno perde, em algumas instituições, seu nome – uma grande mutilação de sua identidade – ou este é substituído por apelidos jocosos. Também é confiscado seu ‘estojo de identidade’, ou seja, um conjunto de pertences pessoais, como roupas, aparelhos de barbear, sabão, toalhas, pentes e outros.

O isolamento do mundo exterior é acompanhado pelo processo de ‘mortificação do eu’, que envolve a perda da autonomia pessoal, já que os internos devem pedir autorização para usar o telefone ou circular livremente dentro da instituição. Assim, são privados de ações corriqueiras na vida civil, como fumar um cigarro, desfrutar solitariamente de um café da manhã ou conversar com alguém sem ser vigiado ostensivamente. Além disso, acontece a ‘despersonalização’, processo expresso, por exemplo, pela obrigação de usar uniformes fornecidos pela instituição.

Opressão e identidade

Em seus trabalhos, Goffman assinalou que os indivíduos tendem a ajustar suas ações às expectativas dos papéis sociais que exercem, para não ser desacreditados na sociedade. Nesse sentido, as identidades pessoais constituem-se por meio do respeito à ordem social. O livro explora um ponto de vista inverso: no contexto opressor das instituições totais, a identidade dos indivíduos é produzida com base nas diferentes formas de resistência que desenvolvem para manter a

dignidade pessoal. Esse tipo de comportamento pode envolver desde a obtenção de um cigarro por meio ilícito até o comportamento aberto de rebelião contra as normas existentes. Usando diferentes estratégias de resistência à ação da instituição total, os internos procuram afastar-se das representações identitárias que esta constrói sobre suas pessoas e preservar sua identidade pessoal e dignidade como seres humanos.

Ao proclamar que os indivíduos são objetos sagrados que podem ser expostos a situações de humilhações e profanações, como ocorre nas instituições totais, Goffman erigiu como uma das marcas distintivas de sua sociologia a apaixonada luta contra as forças sociais que contribuem para oprimi-los. Em uma perspectiva semelhante à do francês Émile Durkheim (1858-1917), assinalou que a ordem social se baseia em obrigações morais, em rituais de respeito e deferência com relação ao caráter sagrado do indivíduo. A violação do território do ‘eu’ significava, para Goffman, o solapamento de possíveis laços de generosidade que os atores podem desenvolver entre si.

Os trabalhos de Goffman, particularmente *Manicômios, prisões e conventos*, permanecem atuais e instigantes, em especial diante da proliferação de instituições de encarceramento nos quatro cantos do mundo, que cotidianamente infligem humilhações e violações físicas e morais a seus internos. O estímulo intelectual despertado nos leitores por seus escritos, construídos em uma linguagem sarcástica, humorada e desconcertante, certamente será capaz de despertar o interesse das novas gerações de cientistas sociais por sua obra e fertilizar a realização de suas pesquisas. ■

O senhor das moscas

No século 20, poucas áreas do conhecimento tiveram crescimento tão rápido quanto a genética. E poucos cientistas tiveram papel tão relevante no desenvolvimento dessa ciência como Thomas Morgan (1866-1945). De sua vasta produção, destaca-se o artigo 'Herança limitada ao sexo em *Drosophila*', publicado na revista *Science* em julho de 1910, no qual pela primeira vez se relacionava um gene a um cromossomo específico. Estudando mecanismos de herança na mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster*), ele observou o surgimento de um macho de olhos brancos, quando na espécie os olhos em geral são vermelhos, e investigou os cruzamentos que envolviam esse caráter. O gene responsável por ele foi atribuído ao cromossomo sexual X, uma vez que obedecia a um padrão de herança que se ajustava à transmissão daquele cromossomo ao longo das gerações. Mais importante que isso, tinha-se pela primeira vez evidência de que o gene era mais que um conceito hipotético, sem correspondência com uma estrutura material. O achado foi essencial para a elaboração teórica da chamada genética clássica.

ARQUIVOS DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA CALIFÓRNIA (EUA)

Filho mais velho de uma tradicional família do Sul dos Estados Unidos, Thomas Hunt Morgan nasceu em Lexington (Kentucky), a 25 de setembro de 1866, e desde criança mostrou vocação para a história natural. Após graduar-se no State College de Kentucky, trabalhou durante dois anos com morfologia e se tornou mestre em ciências em 1888. Em 1890, obteve seu doutorado na Universidade Johns Hopkins. No ano seguinte passou a dar aulas no Bryn Mawr College, Pensilvânia, e em 1904 foi contratado como professor de zoologia na Universidade de Colúmbia, em Nova York. Nesse mesmo ano casou-se com Lillian Vaughan Sampson (1870-1952), com quem teve quatro filhos. Lillian, também graduada em biologia, viria mais tarde a colaborar cientificamente com o marido.

A partir de 1908, Morgan iniciou suas pesquisas em genética com a mosca *Drosophila*, que tem inúmeras vantagens como modelo experimental. Fundou seu laboratório, a famosa 'sala das moscas', em um pequeno espaço da Universidade de Colúmbia, reunindo em torno de si um grupo de talentosos alunos, muitos dos quais se tornaram seus colaboradores. O objetivo que os unia era claro: investigar os mecanismos da hereditariedade (ver 'O líder e seu grupo').

Em 1928, Morgan mudou-se para a Califórnia e assumiu a chefia da divisão de biologia do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech). Para essa instituição atraiu bons pesquisadores em genética, ▶



Morgan em seu gabinete de trabalho no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), Estados Unidos

HÁ 100 ANOS

O LÍDER E SEU GRUPO

Morgan merece ser lembrado também por suas qualidades como líder de pesquisa. Ele soube reunir um destacado grupo de discípulos e colaboradores em torno de um problema relevante, adotando uma abordagem inteiramente nova. Foi com base no trabalho integrado que eles criaram boa parte da genética clássica.

Por exemplo, Morgan propôs a ideia de que a frequência de recombinação entre dois genes é proporcional à distância entre as posições que eles ocupam nos cromossomos. Em 1911, Alfred Sturtevant, à época estudante de graduação, percebeu que isso podia ser usado para ordenar essas posições e construiu ‘mapas genéticos’ de recombinação. Segundo seu próprio relato, deixou de fazer suas tarefas escolares e passou a noite elaborando o primeiro desses mapas, o qual envolvia seis genes do cromossomo X de *D. melanogaster*. Hoje a metodologia de mapeamento está bem desenvolvida, mas foi esse trabalho, publicado em 1913, que forneceu sua base lógica. Por sua vez, os estudos de Hermann Muller sobre a origem das mutações foram essenciais para a compreensão das propriedades que os materiais genéticos deveriam ter, abrindo caminho para o futuro desenvolvimento da biologia molecular.

Esses são apenas dois exemplos da importância do trabalho do grupo. Os discípulos e colaboradores de Morgan tiveram também seus próprios discípulos, dando origem a uma verdadeira linhagem intelectual, que aprofundou e difundiu suas ideias. Assim, o avanço da genética nos Estados Unidos e no mundo deve muito ao seu pioneirismo e à sua liderança.

Em 1933, Morgan recebeu o prêmio Nobel de Fisiologia/Medicina por suas descobertas sobre o papel dos cromossomos na hereditariedade. O prêmio era individual, mas ele dividiu o valor com seus colaboradores Bridges e Sturtevant. Outros discípulos seus também foram premiados com o Nobel, inclusive Muller, em 1946, por seus estudos sobre indução de mutações pelos raios X.

alguns de seus antigos colaboradores e outros, como Theodosius Dobzhansky (1900-1975), que foi pesquisador visitante em seu laboratório. Dobzhansky, cabe lembrar, teve grande influência no desenvolvimento da genética brasileira.

Morgan contribuiu decisivamente para o progresso não só da genética, como também da evolução e da embriologia. Ainda estudante, dedicou-se à sistemática evolutiva e à embriologia experimental, tendo trabalhado com o biólogo alemão Hans Driesch (1867-1941) em Nápoles, como bolsista de pesquisa, em 1894. Mais tarde, quando se voltou para o problema da herança como objeto autônomo de pesquisa, sabia



Thomas Morgan e seu grupo na Universidade de Colúmbia. A figura ao fundo com chapéu e capa é um modelo do esqueleto do *Homo erectus*. A partir daí, em sentido horário, estão Hermann Muller, Morgan, Frank Lutz, Otto Mohr, Alfred Huettnner, Alfred Sturtevant (com a garrafa), Franz Schrader, Edgar Anderson, Alexander Weinstein, Samuel Dellinger e Calvin Bridges. Curt Stern ainda não fazia parte da equipe. A fotografia, de 1919, foi tirada na comemoração do retorno de Sturtevant, após breve participação na Primeira Guerra Mundial

Embora possa ter havido desavenças ou conflitos, consta que a norma do grupo era a colaboração. Ninguém melhor que Sturtevant, em suas memórias bibliográficas, para revelar o espírito que reinava na ‘sala das moscas’: “O grupo funcionava como uma unidade. Cada um realizava seus próprios experimentos, mas sabia exatamente o que os outros estavam fazendo, e cada novo resultado era discutido livremente. Dava-se pouca atenção à prioridade ou à fonte de novas ideias ou novas interpretações. O que importava era seguir em frente com o trabalho. Havia muito a ser feito, novas ideias a serem testadas e novas técnicas experimentais a serem desenvolvidas. Poucas vezes e em poucos locais existiram laboratórios científicos com tal atmosfera de excitação e tamanho registro de entusiasmo. Isso foi devido em parte à atitude pessoal de Morgan, cujo entusiasmo combinava com um forte senso crítico, generosidade, mente aberta e notável senso de humor.”

que isso seria fundamental para o entendimento tanto da evolução quanto do desenvolvimento.

Apesar da importância do artigo publicado em 1910, a notação usada para representar genes, cromossomos e esquemas de cruzamentos, assim como a própria teoria, ainda não estava bem desenvolvida, como se constata ao examinar o trabalho, disponível em <http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/thm-10a.pdf>. Isso causou controvérsias relativas à importância histórica do trabalho. Mas, no ano seguinte, um novo artigo, envolvendo seis características ligadas ao sexo, apresentava claramente os genes como partes do cromossomo. Em 1915, com a

O que pensa e quer a classe média?

A classe média brasileira: ambições, valores e projetos de sociedade

Amaury de Souza e Bolívar Lamounier

*Rio de Janeiro, Campus-Elsevier;
Brasília, CNI, 192 p., R\$ 49*

O campo dos estudos sobre estratificação social é um dos mais bem consolidados nas ciências sociais brasileiras. Uma produção abundante e de excelente qualidade tem marcado tanto a sociologia quanto a economia do país. Pesquisas rigorosas definiram, mediram, testaram hipóteses e desenvolveram teses para explicar o que faz o Brasil ser tão desigual. O foco da maior parte desses estudos é em características objetivas da população, tais como ocupação, renda e escolaridade. No entanto, talvez tão importante quanto isso é saber o que as pessoas pensam. Indivíduos agem em função de valores, ideologias e preferências, e conhecê-los é um passo importante para entender a dinâmica da desigualdade e agir sobre ela.

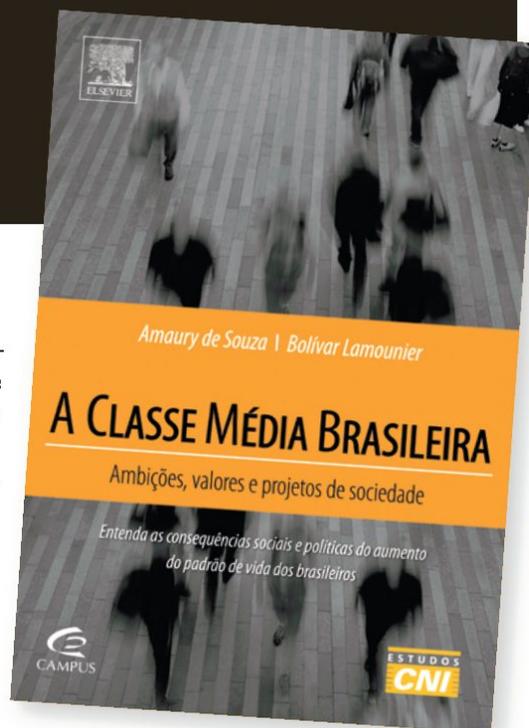
Nas últimas duas décadas, surgiram vários estudos voltados à análise de aspectos subjetivos da desigualdade no Brasil, alguns inclusive permitindo comparações internacionais. Este livro de Amaury de Souza e Bolívar Lamounier veio para se juntar a eles.

A obra é uma descrição abrangente dos resultados de dois levantamentos de dados realizados pelo Ibope em 2008. Mais do que um estudo sobre a classe média, a obra é um mapa de valores e ideologias de toda a população brasileira, desagregada segundo estratos de renda. Grupos de discussão e questionários fornecem a base para o desenho desse mapa que ajuda a traçar um panorama do que pensam e querem as pessoas nas diferentes classes da sociedade brasileira.

O texto, que tem a forma de um relatório dividido por seções temáticas, apresenta 75 gráficos e algumas tabelas com informações sobre uma gama bastante ampla de assuntos. Autoidentificação na escala social, ambições de consumo, aspirações profissionais e opiniões sobre ascensão social, educação, organizações sociais e políticas, participação do Estado na vida

das pessoas, proteção social, drogas, violência, religião, aborto, pena de morte e casamento de pessoas do mesmo sexo são alguns dos temas tratados pelo livro. A maioria dos dados é proveniente de questionários aplicados a uma amostra domiciliar muito bem desenhada, os quais são complementados por resultados de grupos de discussão montados em três capitais e duas cidades do interior do Brasil.

Essencialmente descritivo, o livro não se propõe a explicar as diferenças de opiniões entre as classes brasileiras, mas tão somente apontá-las. É talvez por esse motivo que o livro prescin-



da do fio condutor de uma teoria e é seguramente por essa razão que não é capaz de sintetizar seus argumentos em uma tese clara. O livro informa aos leitores, por exemplo, que os ricos sentem mais insegurança ao sair de dia na rua que os pobres, mas não indica o que significa isso quando são também levadas em conta as informações dos vários outros gráficos e tabelas existentes.

É uma pena que o grande fôlego do levantamento de dados não encontre equivalente na síntese dos resultados. Todavia, o fato de o livro se concentrar na simples apresentação de resultados dos inquéritos domiciliares não deve ser visto como impedimento para a leitura da obra.

Com linguagem e conteúdo voltados para o grande público, uma diagramação agradável e bom uso de gráficos, o texto dispensa conhecimentos técnicos para sua leitura. Jargão da economia e sociologia é usado com frequência no texto, mas de modo algum atrapalha sua compreensão. Por suas características, o livro seguramente despertará o interesse de um público não especializado, como políticos, sindicalistas e empresários, ao mesmo tempo em que será capaz de satisfazer a curiosidade de cientistas sociais.

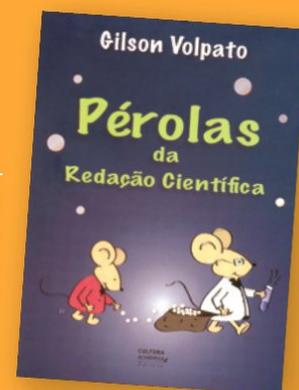
Marcelo Medeiros
Departamento de Sociologia,
Universidade de Brasília

Pérolas da redação científica

Gilson Volpato

São Paulo, Cultura Acadêmica, 189 p., R\$ 36

Teses longas são melhores que as curtas? A redação científica exige regras rígidas de estilo? O resumo deve ser redigido ao final do estudo? Para derrubar mitos como estes, Gilson Volpato analisa, discute e corrige 101 'pérolas' ou equívocos frequentemente cometidos por autores, editores e revisores de redação científica. Volpato aborda os erros de forma lógica, clara e divertida. No lugar de 'achologias' e preconceitos, usa o bom-senso, tendo por base a história e a filosofia da ciência. Esse é o sexto livro sobre o tema escrito pelo professor do Departamento de Fisiologia do Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que também ministra cursos em todo o país. A obra é dedicada a "todos os que lutam, e lutarão, contra tantas pérolas que assolam nossa comunidade e que tanto tiram do foco pesquisadores que poderiam ser exímios cientistas".



História do esporte no Brasil

Mary Del Priore & Victor Andrade de Melo (orgs.)

São Paulo, Editora Unesp, 568 p., R\$ 25

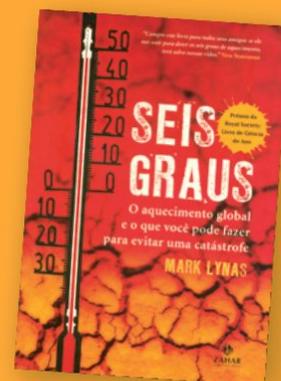
Como o esporte pode ajudar a entender melhor a história do Brasil é a questão desenvolvida pelos pesquisadores reunidos nesse livro. Além do esforço de preservação da memória, a obra percorre e analisa os contextos históricos no qual a prática esportiva se insere, do século 19 até os dias atuais. Os 17 capítulos trazem artigos de diversas áreas de conhecimento – história, geografia e educação física, entre outros – que articulam a prática esportiva com as dimensões sociais, culturais, econômicas e políticas. Eles estudam também as peculiaridades adquiridas por essas atividades no decorrer do tempo para tecer uma análise mais ampla e integrar elementos de arquitetura, dinâmica das cidades e presença dos meios de comunicação.

Seis graus: O aquecimento global e o que você pode fazer para evitar uma catástrofe

Mark Lynas

Rio de Janeiro, Zahar, 303 p., R\$ 44

Em alusão à viagem de Dante Alighieri ao inferno, em *A divina comédia*, *Seis graus* conduz o leitor por cenários cada vez mais aterrorizantes e alerta para a necessidade urgente de se inverter esse quadro. Os prognósticos indicam que a média das temperaturas pode subir seis graus nos próximos anos. Eventos climáticos súbitos, violentos e até fatais estão previstos: "Será que a vida prosseguirá?", questiona o jornalista e ativista ambiental Mark Lynes. Com base em pesquisas realizadas por especialistas, ele acena com algumas previsões: o Brasil atingido por violentos furacões, Nova York inundada por ressacas de ondas gigantescas, o gelo das montanhas do Ártico derretido, populações sem água, ecossistemas em colapso, extinção em massa. O autor mostra, entretanto, que existe uma saída e faz um apelo para que escolhamos um futuro diferente.



Violência temperada

Sou assinante da CH desde o primeiro número e a qualidade das publicações tem mostrado que há gente muito capacitada abaixo da linha do Equador para imaginar que passamos o ano num kuarup interminável, coisa que nem nossos ancestrais nativos faziam. Por isso fiquei admirado com a coluna 'A Propósito', da CH 267. Nela, Franklin Rumjanek apresenta o estudo realizado por Gershoni e colaboradores (Bioessays, v. 31, p. 642). O colunista sugere que os resultados, mostrando diferenças importantes nas mutações do DNA mitocondrial em populações animais e humanas em diferentes latitudes, poderiam justificar diferenças no comportamento de grupos humanos entre os hemisférios Sul e Norte. Nesse sentido, acredito que há dois pecados na referida coluna. O primeiro pecado é sugerir que o hemisfério Norte seja menos tropical que o Sul. As latitudes aumentam nos dois sentidos e é bem provável que encontremos estudos confirmando as mesmas diferenças em populações de uma mesma espécie vivendo em latitudes diferentes do hemisfério Sul. O segundo é sugerir que na faixa tropical o ser humano seja "geneticamente" mais indolente. As populações humanas da área tropical do hemisfério Norte estariam incluídas nesse aglomerado indolente? Descendentes de imi-

grantas, oriundos de latitudes superiores a 40 graus Norte e vivendo na América Latina ou Austrália, estariam se tornando mais preguiçosos ou ainda seriam diferentes dos "negros da Terra"? Embora o artigo apresentado não aborde nada em relação a diferenças entre desenvolvimento social humano, o comentário do colunista procura se valer dos resultados, sugerindo uma explicação científica para conceituar aptidão de grupos humanos. Assim, finalmente entendi por que meus professores de história nos anos 1970 diziam que os índios, por serem indolentes, foram substituídos pelos africanos, bem mais laboriosos. Restou ainda a dúvida: por que os dominadores europeus só gostavam de pegar no pesado na hora de bater em escravos ou matar índios? Poderíamos propor então que, se o homem tropical americano tende naturalmente à indolência, o homem das regiões temperadas setentrionais tende a ser bem mais violento. Quem sabe numa nova coluna essa questão possa ser apresentada. Com essa confusão só me resta concordar com o professor Franklin em uma coisa: que as discussões "geram mais publicações e é disso que vive a ciência".

Carlos Eugênio Silva
Porto Alegre, RS

✉ O autor, Franklin Rumjanek, responde: "Agradeço a leitura atenta

da coluna, mas é preciso levar em conta, antes de tudo, que a sugestão da possível diferença genética é dos autores do trabalho (Gershoni e outros), a qual simplesmente transcrevi. Em segundo lugar, as diferenças no DNA mitocondrial e nuclear foram selecionadas em função de adaptações que favoreceriam seus portadores, principalmente no que diz respeito à termogênese, conforme aludido na coluna. Em terceiro lugar, as comparações das latitudes levaram em conta os extremos – aquelas próximas ao Equador comparadas com as mais distantes –, o que fortalece o argumento da seleção. Nada impede, portanto, que o fenótipo ligado às diferentes mutações possa também incluir outros caracteres ligados a diferentes comportamentos. É claro que vai aí uma grande dose de especulação, mas a mensagem que eu quis transmitir foi a de que há na verdade diferenças genéticas marcantes em diferentes populações da mesma espécie. Ninguém mais do que eu duvida da ditadura do gene, mas devemos admitir que o processo de especiação não parou e este inclui, é claro, os humanos."

Fusão nuclear

Venho sugerir aos editores da CH um tema para publicação na revista: a fusão nuclear. Esse tema tem pouca divulgação no Brasil, sendo interessante nos dias atuais, devido às preocupações ambientais da sociedade. (...)

Maico Rafael Ribeiro
Por correio eletrônico

✉ A sugestão está anotada.

Correções

• As 'sugestões para leitura' publicadas no final do artigo de capa da CH nº 270, 'Autismo: ainda um enigma', estão erradas. As sugestões corretas são as seguintes:

ANDARI, E.; DUHAMELA, J.; ZALLAB, T.; HERBRECHTB, E.; LEBOYERB, M & SIRIGUIA, A. 'Promoting social behavior with oxytocin in high-functioning autism spectrum disorders', in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, nº 9, p. 4.389, 2010.

DICICCO-BLOOM, E.; LORD, C.; ZWAIGENBAUM, L.; COURCHESNE, S.; SCHMITZ, C.; SCHULTZ, R.; CRAWLEY, J. & YOUNG, L. 'The Developmental Neurobiology of Autism Spectrum Disorder', in *The Journal of Neuroscience*, v. 26, p. 6.897, 2006.

LAZAREV, V.; PONTES, A. & DEAZEVEDO, L. 'EEG photic driving: right-hemisphere reactivity deficit in childhood autism. A pilot study', in *International Journal of Psychophysiology*, v. 71, p. 177, 2009.

PIRES, Luciana. *Do silêncio ao eco: autismo e clínica psicanalítica*. São Paulo, Edusp, 2007.

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

Eleições e peixes

Marco Moriconi

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



Agora, com eleições este ano, a mídia vai anunciar as tão esperadas estatísticas, as pesquisas de intenções de voto. Frases como “o candidato X tem 34% das intenções de voto” ou “a margem de erro é de dois pontos para mais ou para menos” serão repetidas diversas vezes.

Mas o que significam essas frases? Vamos analisar uma de cada vez.

Em geral, criticam-se as pesquisas assim: “Elas não valem nada! Eles te perguntaram sua intenção de voto? Você conhece alguém que foi entrevistado?” Para entendermos por que esses argumentos não são corretos, devemos saber como é possível ter uma ideia do percentual que pretende votar em um candidato sem ser necessário entrevistar um grande número de pessoas. Para isso, podemos usar analogia com a contagem do número de peixes em um lago.

Imagine um lago onde temos uma ideia grosseira do número de peixes nele – pode ser algo entre 1,5 mil e 2,5 mil espécimes. Como melhorar essa estimativa? A estatística nos fornece método para podermos realizar esse feito. Primeiramente, capture certo número de peixes, uns 400, por exemplo, e marque cada um com, digamos, uma etiqueta (não tóxica). Depois, devolva ao lago esses peixes marcados e espere até que eles se misturem com a população do lago. Finalmente, capture uma quantidade deles (por exemplo, 300), e conte quantos estão marcados.

Se encontrarmos 60 peixes com etiqueta, isso significa que a fração ‘etiquetados/capturados’ (ou seja, 60/300) deve ser proporcional àquela ‘etiquetados/número total de peixes no lago’ (ou seja, 400/N, onde N é o número total de peixes no lago). Com uma simples regra de três, chegamos a $N = 2$ mil.

Agora temos ideia um pouco mais precisa do número de peixes no lago.

Esse problema nos mostra como podemos usar uma amostra para termos uma ideia do todo. Dá um pouco de trabalho, mas dá para testar a precisão desse método de estimativa com um saco de um quilo de feijão. Pegue um punhado deles e os marque com tinta (novamente, não tóxica!). Ponha-os de volta, chacoalhe bem o saco e apanhe mais uma mãozada, contando quantos feijões marcados há nela – gostaria de receber essas estimativas por correio eletrônico.

Outra pergunta que devemos fazer: qual é a precisão desse método?

Aí é que entra a tal da margem de erro. Usando métodos matemáticos mais sofisticados, é possível ter uma ideia da precisão de nossa amostragem. Claro que saber realizar a amostragem é muito importante – por exemplo, uma amostragem das intenções de voto na sede de um partido deve dar 100% para um candidato e nada para o outro.

Além disso, é importante saber que, para qualquer estatística para a qual se fornece uma média de alguma coisa (altura, peso, renda mensal etc.), há margem de erro. O leitor já deve ter notado que, nas pesquisas de intenção de voto, a margem de erro é sempre divulgada. Uma das razões é que pode haver o chamado ‘empate técnico’. Por exemplo: imagine que a margem de erro seja 2% para mais ou para menos. Isso significa que um candidato com, por exemplo, 34% das intenções de voto estará tecnicamente empatado com um que tenha apenas 30% ou com outro que tenha 38%.

Seria importante que se exigisse que toda pesquisa, política ou não, divulgasse a margem de erro. Será que algum candidato poderia fazer essa promessa de campanha? ■

DESAFIO

Pense em outras maneiras de contar o número de grãos de feijão em um saco de um quilo. Use a criatividade!

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

i) Pegue duas pílulas A do frasco. Corte todas as pílulas (as misturadas e as do frasco) em três partes iguais cada. Pegando um terço de cada pílula, temos uma pílula A e uma pílula B. Juntando com uma pílula B do frasco, temos nossa dose diária. Depois de três dias, teremos usado todas as frações de pílulas; ii) Coloque as 10 luvas, uma em cima da outra. Após cada operação, tire uma luva. Após a décima operação, estaremos no último par, com nove pares usados de um lado, mas intactos do outro. Inverta cada um deles e coloque por cima da luva que você está usando. Podemos realizar mais nove operações, totalizando 19 delas. Em geral, para N luvas, é possível realizar $2N - 1$ operações; iii) O fazendeiro deve proceder assim: 1) levar o gato e o queijo para o outro lado; 2) voltar com queijo para o lado inicial; 3) deixar o queijo e levar o cachorro e rato para o outro lado; 4) voltar com o gato; 5) levar o gato e o queijo para o outro lado. Total: cinco viagens.

Sem pressão, não há representação



Renato Lessa

*Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Universidade Cândido Mendes)
e Universidade Federal Fluminense – rlessa@iuperj.br*

De um ponto de vista estritamente minimalista, para que a assim chamada democracia representativa funcione basta que alguns cidadãos – sequer a maioria – compareçam com regularidade às sessões eleitorais e depositem nas urnas, ou nas máquinas, as suas escolhas. Em alguns países, nos quais o voto não é obrigatório, esse contingente pode até ser minoritário no conjunto dos adultos aptos a votar. Basta que haja alguma autorização eleitoral coletiva para que um corpo de representantes seja instalado. Portanto, não se requer dos eleitores, para que o sistema ‘funcione’, que devam à política mais tempo do que o gasto no trajeto até as sessões eleitorais e nas eventuais filas de espera. O ato de escolha não exige qualquer presença ou acompanhamento daquilo que os escolhidos fazem com o voto que depositaram.

A presença de cidadãos dispostos a alguma militância cívica e à observação crítica do que fazem seus representantes não faz mal à saúde dos sistemas representativos

Há quem defenda que esse mínimo é mais do que suficiente e, mesmo, ótimo. Edmund Burke (1729-1797), pensador político e parlamentar de origem irlandesa, mas atuante na Inglaterra do século 18, sustentava a tese da radical independência do parlamentar em relação a seus eleitores. Estes são movidos por razões particularistas, enquanto os representantes devem sempre ter em vista o interesse público. Caberia aos últimos, em consulta exclusiva a suas consciências, determinar o que seja tal interesse público. Em tempos mais recentes, correntes importantes da ciência política norte-americana – a chamada escola pluralista, em particular – chegaram a afirmar que certa apatia pública é uma condição para a estabilidade das democracias. Se todos participassem ao mesmo tempo, os sistemas políticos não seriam capazes de ‘processar’ todas as ‘demandas sociais’ e caminhariam para uma espécie de colapso institucional. No limite, as democracias, se baseadas

na participação plena e permanente de todos os seus cidadãos, seriam ingovernáveis.

Tudo isso nos conduz a uma teoria da democracia que diminui a importância do voto e trata a participação política não eleitoral como dimensão pouco relevante do processo e do aprendizado políticos. Se é verdade que bastam alguns votos para efetuar a escolha de representantes, é necessário acrescentar à análise a questão da qualidade da representação. Tudo indica que a qualidade da demanda social por representação afeta a qualidade da representação propriamente dita. Em outros termos, a presença de cidadãos dispostos a devotar parte do seu tempo a alguma militância cívica e à observação crítica do que fazem seus representantes – para dizer o mínimo – não faz mal à saúde dos sistemas representativos. Pode ser que faça mal a alguns representantes, mas por certo não é nocivo à representação.

O recente episódio do movimento ‘Ficha Limpa’ constitui ótima oportunidade para refletir a respeito dessas considerações. Esse movimento colheu quase 2 milhões de assinaturas de eleitores em apoio a uma iniciativa popular de um projeto de lei que visa impedir candidaturas a postos eletivos de pessoas com condenações na Justiça. Acolhido por 31 parlamentares, o projeto foi introduzido no processo legislativo e aprovado pela Câmara de Deputados e pelo Senado Federal, não sem sofrer algumas mudanças atenuantes, que não o descaracterizaram. Independentemente da decisão do presidente da República, a quem cabe sancioná-lo, há aqui algo de interessante a observar.

Antes de tudo, é necessário levar em conta que a melhoria da qualidade da representação depende não tanto da definição de critérios de moralidade para o exercício dos mandatos, mas principalmente da presença de cidadãos ativos a exercer pressão legítima e eficaz sobre o parlamento. Em outros termos, o exemplo do ‘Ficha Limpa’ vale mais pelo aprendizado do que pode significar uma cultura da representação política que vá além de um comparecimento eleitoral ocasional. ‘Representação’, sem alguma presença ativa dos representados, por meio de pressão e observação atenta, não passa de formalismo e de palavra vazia. ■

