

A CURIOSA
HISTÓRIA DA
LINGÜÍSTICA

A LUTA ESQUECIDA
ENTRE ÍNDIOS
E PORTUGUESES

FLAGRANTES
DO ÚLTIMO
NEUTRINO



ISSN 0101-8515



00163

Obesidade

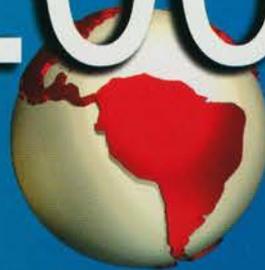
Doença já virou epidemia

Uma ação integrada para uma resposta efetiva.

Fórum

DST e Aids na América Latina e no Caribe

2000



**Inscrições com
desconto até 15/08/00.
Vagas limitadas.**

RIO DE JANEIRO

6 a 11 de novembro de 2000

Centro de Convenções Riocentro - Barra da Tijuca
Informações: www.foro2000.aids.gov.br
Telefax: 81 226-2536

O Rio de Janeiro receberá em novembro, um dos mais importantes fóruns de discussão sobre HIV/aids e DST na América Latina e no Caribe, o FÓRUM 2000.

Esse grande evento está sendo organizado por programas nacionais de DST e aids da América Latina e do Caribe, instituições não-governamentais e comunitárias, organismos internacionais de cooperação multi e bilateral, instituições de pesquisa e ensino, e irá promover a discussão e o intercâmbio sobre a epidemia de HIV/aids e das DST.

É a oportunidade de compartilhar avanços e dificuldades em pesquisa científica, prevenção, assistência e em ações comunitárias. Um evento imperdível que ganhará muito com sua presença. Contamos com você e o aguardamos, em novembro, no Rio de Janeiro.

Eventos Satélites



5 e 6 de novembro de 2000
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Maracanã



"Vivendo 2000, uma década de encontros"
2,3 e 4 de novembro de 2000
Sede Social do Jockey Club Brasileiro - Centro

**III Seminário Internacional Sobre Aids
nas Forças Armadas e Polícias
III Reunião Cívico Militar para
Combate ao HIV/Aids na
América Latina e Caribe**

5 e 6 de novembro de 2000
Hospital Central do Exército - Barroca

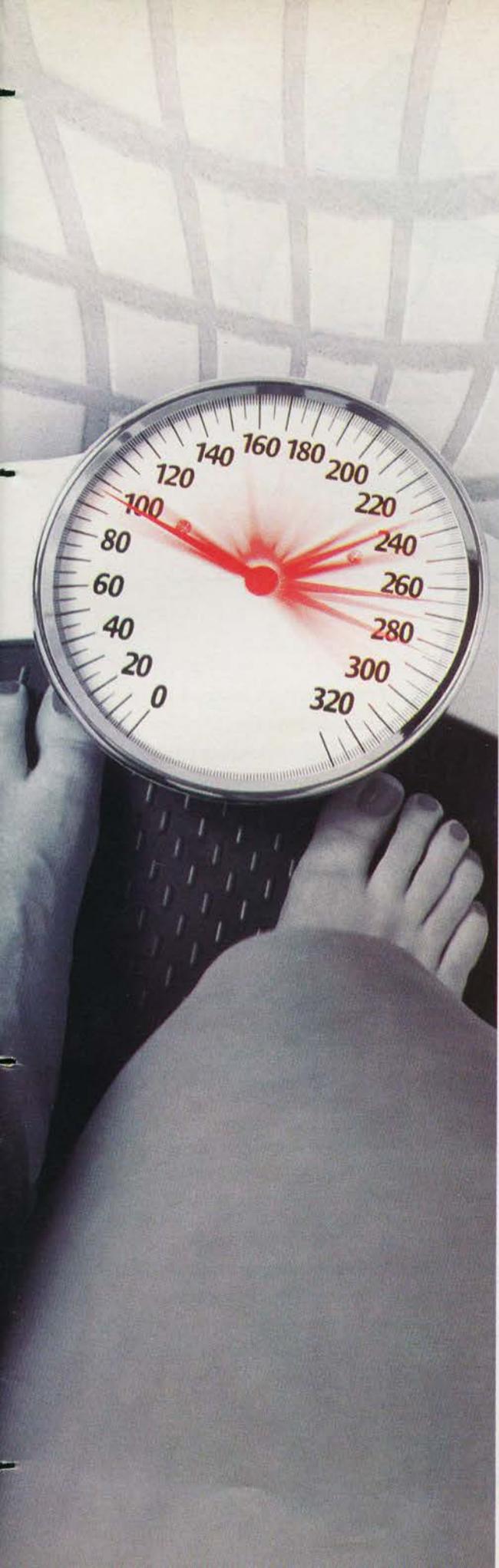
O peso da **obesidade** no Brasil

Reconhecida como doença pela Organização Mundial de Saúde, a obesidade é uma ameaça crescente à saúde das populações de várias nações desenvolvidas e em desenvolvimento. O excesso de peso tornou-se tão comum que é hoje considerado o mais grave problema de saúde pública do mundo, superando a desnutrição e as doenças infecciosas. O Brasil não escapa desse quadro: a obesidade vem crescendo em adultos — um terço está acima do peso normal —, registrando maior prevalência entre as mulheres. Estatísticas mostram que o problema aumenta inclusive em famílias de baixa renda. Na população infantil, 7% são obesos e, entre os adolescentes, essa proporção tende a aumentar. Preocupantes, esses dados levaram *Ciência Hoje* a se aprofundar no assunto e a buscar novas respostas entre os especialistas. Nesta edição, apresentamos uma série de artigos que abordam o problema sob diferentes aspectos e procuram lançar uma luz para seu combate eficaz.

Primeira disciplina entre as humanidades a ganhar *status* científico, a lingüística ainda é pouco conhecida do público. É justamente essa ciência que estuda a linguagem, a ferramenta que permite ao ser humano expressar qualquer pensamento e, portanto, a base de todo conhecimento. *CH* mostra neste número a importância da lingüística, contando como ocorreu sua evolução histórica.

Em nossa série de artigos sobre 500 anos do Descobrimento, apresentamos uma história pouco difundida entre os brasileiros: a batalha das comunidades indígenas por sua sobrevivência. Relatos não oficiais permitem construir uma versão da conquista portuguesa bem diferente da que costumeiramente nos é apresentada. Os índios lutaram, sim — e muito —, não só contra a invasão de seu território como também pela preservação de sua identidade.

A redação



PROJETO CIÊNCIA HOJE

Responsável pelas publicações de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Compreende: revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos) e *Ciência Hoje das Crianças Multimídia* (CD-ROM). Mantém intercâmbio com as revistas *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerdo A, 50 A, 1193, Buenos Aires/Argentina, tels.: (00541)961-1824/962-1330) e *La Recherche* (Paris/França); e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
ISSN: 0101-8515

CONSELHO DIRETOR

Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF/CNPq);
Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ);
Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ);
Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ);
Fernando Szklo
Maria Elisa da C. Santos
Fernando Szklo
Ciências Humanas – Carlos Medeiros (Instituto de Economia/UFRJ)
Ciências Ambientais – Olaf Malm (Instituto de Biofísica/UFRJ)
Ciências Exatas – Francisco Caruso (LAFEX/CBPF e UERJ)
Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)
Especial 500 anos – Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ)

Secretária
Diretor Executivo
Editores Científicos

CIÊNCIA HOJE • SBPC

REDAÇÃO

Editora Executiva Alicia Ivanishevich
Secretária de Redação Juliana Caetano
Editor de Texto Ricardo Menandro
Setor Internacional Micheline Nussenzevig
Repórteres Cristina Souto e Pablo Pires Ferreira
Revisoras Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa
Secretárias Theresa Coelho e Iraní Fuentes de Araújo
Colaboraram neste número Ângela Góes e Maya Mitre (reportagem) e Cássio Leite Vieira (edição de texto)

ARTE

Diretora de Arte Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Programação Visual Claudia Fleury (E-mail: ampersand@uol.com.br)
Computação Gráfica Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira
Luiz Baltar

SUCURSAIS

BELO HORIZONTE

Coordenador Científico Ângelo Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG)
Correspondente Roberto Barros de Carvalho (E-mail: ch-mg@icb.ufmg.br)
End.: Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG
Caixa postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG.
Tel.: (031) 499-2862 e Telefax: (031) 443-5346

SÃO PAULO

Correspondente Vera Rita da Costa (E-mail: chojesp@sbpcnet.org.br)
End.: Prédio da Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374,
travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP.
Tel.: (011) 814-6656 e Telefax: (011) 818-4192

REPRESENTAÇÕES

BRASÍLIA

Coordenadora Científica Maria Lúcia Maciel (UnB)
End.: Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65,
Campus Universitário/UnB, Caixa postal 0423,
CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax: (061) 273-4780

SALVADOR

Coordenador Científico Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (E-mail: sbpc@ufba.br)
End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340,
Salvador, BA. Tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592

PUBLICIDADE

Diretor Comercial Ricardo Madeira (chsp@uol.com.br)
Supervisora de Operações Sandra Soares
Contato Comercial Marcos Martins (chsp@uol.com.br)
End.: Rua Maria Antônia 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP.
Telefax: (011) 258-8963

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA

PROJETO NORDESTE Joaquim Barroncas – Tel.: (061) 226-1824/9972-0741, Fax: (061) 226-1824
Rudiger Ludemann – Telefax: (071) 677.1211

ADMINISTRAÇÃO

Gerente Financeira Lindalva Gurfield
Pessoal de Apoio Luiz Títo de Santana, Pedro P. de Souza, Ailton B. da Silva, Luiz Cláudio Títo,
Marty Onorato, Neusa Soares e Flávia de Souza

ASSINATURAS

Gerente de Circulação Adalgisa Bahri
Assistente Maria Lúcia Pereira
Pessoal de Apoio Francisco R. Neto, Luciene de Azevedo, Selma Azevedo Jesus, Delson
Freitas, Márcio de Souza, Eliomar Santana e Márcia Silva

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Fotolito Open Publish Soluções Gráficas
Impressão Gráfica JB S/A
Distribuição em Bancas Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE

Redação Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ
Tel.: (0xx21) 295-4846 – Fax.: (0xx21) 541-5342
E-mail: chojered@sbpcnet.org.br



O boom da obesidade 18

A Organização Mundial de Saúde reconheceu a obesidade como doença. O problema é hoje uma ameaça crescente à saúde das populações de um número cada vez maior de países.
Por Roberto Barros de Carvalho

Obesidade: por que engordamos? 28

Bases bioquímicas da formação de gorduras
Muito se comenta sobre as causas da obesidade, com destaque para possíveis mecanismos genéticos envolvidos. Outra área de estudos, porém, é essencial; para entender e tratar essa doença: a bioquímica.
Por Débora Foguel e Hatisaburo Masuda



Fome oculta, a grande vilã nutricional 32

A alimentação inadequada, em que faltam certos elementos nutricionais importantes, leva à chamada 'fome oculta', problema ligado ao aumento dos casos de obesidade e de inúmeras outras doenças.
Por Rebeca C. de Angelis

Obesidade na infância e na adolescência 35

Hábitos alimentares inadequados podem causar obesidade em crianças e adolescentes.

Nessas faixas de idade, o tratamento do problema exige, em geral, a mudança de comportamento de toda a família.
Por Mauro Fisberg



ENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
TEL.: 0800 264846
CH on-line:
<http://www.ciencia.org.br>
assinach@sbpcnet.org.br



Programa de Apoio a Publicações Científicas
MCT CNPq FINEP

2014

Penso, logo existo...

O fantástico mundo da linguagem 38

O que permite ao ser humano expressar seus pensamentos é a linguagem. Isso faz dela a base de todo o conhecimento. Apesar disso, a ciência que a estuda, a lingüística, é pouco conhecida.

Por Aldo Bizzocchi



Brasil: colonização e resistência 46

A luta das comunidades indígenas contra os portugueses

Registros históricos revelam que as comunidades indígenas brasileiras lutaram muito, não só contra os invasores portugueses, mas também para manter a própria identidade. Apesar disso, 500 anos após o Descobrimento, o processo de extermínio continua.

Por Pedro Puntoni



Capa: foto Getty Images

O LEITOR PERGUNTA

- É possível usar o DNA para reconhecer diferenças entre animais da mesma espécie que vivem em áreas separadas? 4
- O que é bruxismo e quais as formas de tratamento? 4
- Quais as principais características do baiacu?  5
- Por que, ao vermos dois textos na tela do computador, um em letras azuis e outro em letras vermelhas, o primeiro parece estar atrás do segundo? 5

ENTREVISTA

Jean Pierre Vigier
Física e política



6

MUNDO DE CIÊNCIA

As respostas do cérebro à alimentação 12

EM DIA

- Neutrino do tau é observado pela primeira vez  52
- Um museu no cerrado 54
- Ecoturismo em alta 56
- Risco de vida no berço 59
- Perigo na esquina 60
- As abelhas e a riqueza nacional  62
- Carga pesada 64

OPINIÃO

Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação 68

PRIMEIRA LINHA

Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça  72

RESENHA

Novo paradigma  76

MEMÓRIA

Eletroquímica: bicentenário do nascimento de uma nova ciência 78

CARTAS

80



? É possível usar o DNA como ferramenta para reconhecer diferenças entre animais da mesma espécie, que vivem em áreas separadas ou distantes umas das outras?

LUIZ AUGUSTO DA COSTA PORTO, POR E.MAIL



Da mesma forma que o DNA tem sido utilizado para mostrar diferenças genéticas em humanos, os demais animais também são passíveis de estudo com essa mesma ferramenta. A genética ecológica é a área de investigação científica que usa a variabilidade genética animal e vegetal para estudar a biodiversidade.

A variabilidade do DNA de várias espécies animais é bastante estudada nos países desenvolvidos e começa a ser pesquisada no Brasil. Os objetivos desses estudos vão além de simplesmente discriminar populações de uma mesma espécie. Eles podem determinar graus de diferenciação entre populações, alteração de variabilidade pela ação antrópica (destruição de florestas etc.), níveis de endogamia (acasalamento entre parentes), níveis de introgressão (transferência de genes de uma espécie para outra pela formação de híbridos férteis) etc. Tais estudos já foram utilizados para promover o acasalamento de micos-leões-dourados menos aparentados (com menor grau de endogamia) e evitar a extinção dessa espécie brasileira.

A diferença dos estudos em humanos e outros animais é que sobre os primeiros muito se conhece da sequência de DNA em suas células. Quanto mais se conhece o genoma (o mapeamento completo de DNA de uma espécie), é possível utilizar ferramentas mais adequadas para estudos desse tipo: seqüências de DNA, mutações pontuais (alterações em bases únicas no DNA),

seqüências repetitivas (micro e minissatélites) etc. Quando não se conhece o genoma, empregam-se técnicas menos precisas, como o *DNA fingerprinting* ou RAPD (DNA polimórfico amplificado aleatoriamente), que produzem uma impressão digital capaz de diferenciar indivíduos de uma mesma espécie e também populações. Vários métodos estão sendo desenvolvidos atualmente para tentar melhorar as ferramentas de discriminação de animais de distintas espécies.

No nosso laboratório iniciamos um banco de DNA de espécies animais no fim de 1999 (ver <http://www.icb.ufmg.br/~lbem/ddb>). Com ele, pretendemos obter uma coleção representativa de espécies de nossa fauna nativa na forma de DNA, para promover o estudo em detalhe desses genomas e desenvolver ferramentas para detecção de variabilidade genética. Isso está sendo feito em colaboração com vários laboratórios e instituições de Minas Gerais (incluindo o Ibama), usando-se sobretudo material de animais mortos.

Conhecendo-se as ferramentas adequadas para cada espécie nativa do Brasil podemos propor estratégias de conservação e preservar nossa biodiversidade com o auxílio da genética molecular.

Fabrcio Rodrigues dos Santos

Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

? O que é bruxismo e quais as formas de tratamento?

ALINE ÁVILA, CAMPO GRANDE/MS



Bruxismo é o desgaste horizontal e vertical dos dentes, provocado pelo hábito de ranger os dentes. Ele pode ter diversas origens, mas o estresse tem sido o motivo mais relatado atualmente.

Conhecido como bruxômano, o paciente invariavelmente desconhece que tem o problema porque, na maioria das vezes, range os dentes durante a noite, enquanto dorme. Por isso, é comum que o bruxismo só seja percebido quando os dentes começam a quebrar e a se desgastar com muita facilidade. O paciente também pode apresentar outros tipos de problemas como hipertrofia muscular facial e a perda dentária precoce.

O tratamento consiste em diagnosticar a causa que leva o bruxômano a ranger os dentes, restaurar os elementos dentários atingidos e usar a placa miorelaxante de acrílico, que se encaixa nos dentes superiores, em contato com todos (ou a maioria) os dentes inferiores. A distribuição desse contato pode evitar a tensão na musculatura e o atrito dos dentes.

Eliane Porto Barboza

Departamento de Periodontia, Universidade Federal Fluminense

? Quais as principais características do baiacu?

Todas as espécies são venenosas ou podem ser usadas como alimento?

MARIA DE FÁTIMA ROSA,
CURITIBA/PR



Os baiacus e baiacus-de-espinho pertencem, respectivamente, às famílias Tetraodontidae e Diodontidae, as quais, por sua vez, pertencem à ordem Tetraodontiformes. O estômago desses peixes é altamente modificado para permitir que ele infle a tamanhos notáveis. O processo de inflação ocorre quando o baiacu, assustado ou irritado, engole água para dentro de um divertículo ventral (pequena bolsa) do estômago. A deflação ocorre ao expelirem a água. Quando retirados da água, a inflação pode ocorrer com o ar.

Os baiacus da família Tetraodontidae são basicamente marinhos, mas várias espécies ocorrem em águas salobras e doces, em regiões tropicais e subtropicais, nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. São representados por 19 gêneros e 121 espécies. Têm o corpo inflável e nu (ou coberto por curtos espinhos) e dentes fundidos nas maxilas.

A carne (especialmente as vísceras e a pele) de alguns baiacus (espécies da família Tetraodontidae, Diodontidae e Molidae) contém o alcalóide venenoso tetraodotoxina, que pode ser fatal quando ingerido. Não há antídoto específico e o tratamento resume-se à terapia de suporte baseada nos sintomas da vítima. No entanto, quando eviscerado (retiradas as vísceras) e sem pele, o baiacu pode ser consumido. No Japão, é chamado 'fugu' e é muito apreciado. No Brasil, a espécie *Lagocephalus variegatus* (baiacu-arara) foi introduzida na culinária do Espírito Santo para moqueca e, pelos registros dos anos 40, era pesca local economicamente importante.

Erica Caramashi

Departamento de Ecologia,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

? Por que ao observarmos um texto em letras azuis e outro em letras vermelhas em uma tela de computador, o texto azul parece estar atrás do texto em vermelho?

FAUSTO LOPES, BELO HORIZONTE/MG

Em linhas gerais, uma possível explicação do fenômeno seria a variação do índice de refração do cristalino com o comprimento de onda de cada tipo de luz (azul ou vermelha, no caso) que o atravessa.

Isso significa que quanto menor for o comprimento de onda da luz (e a luz azul tem menor comprimento de onda que a vermelha) maior é o índice de refração. Logo, para uma determinada lente (o cristalino humano é uma lente convergente que sofre 'ajustes' ao formar imagens de objetos a diferentes distâncias) a imagem da letra azul será formada em uma retina mais próxima do cristalino do que a imagem da vermelha.

A razão entre a distância da lente à imagem (formada na retina) e a distância da lente ao objeto é diretamente proporcional ao tamanho da imagem. Portanto, se a distância (lente-imagem) das letras azuis é menor que a das letras vermelhas, será produzida uma ampliação menor das letras azuis. Isso considerando que a distância do olho ao objeto será a mesma nos dois casos.

Concluimos então que a letra azul não fica 'atrás' da vermelha, ela apenas aparece menor para nossos olhos. No entanto, deve-se levar em conta que nosso cérebro nos diz que as letras são iguais e que a diferença em tamanho é interpretada como a letra azul estando atrás da vermelha. Ou seja, nosso sistema de visão é muito complicado, tanto pela óptica (que parece simples, é só uma lente!) como pelo sistema registrador e interpretador das imagens, o cérebro.

Armando Dias Tavares Júnior

Departamento de Eletrônica Quântica, Instituto de Física,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

CARTAS À REDAÇÃO

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

E-MAIL:
chojered@sbcnet.org.br

Jean Pierre Vigier

Física e política



Em outubro de 1940, o francês Jean Pierre Vigier, aos 20 anos, aderiu ao Partido Comunista francês e lutou na resistência francesa contra a ocupação alemã durante a Segunda Guerra, conflito no qual foi ferido. A partir daí, ao longo de sua vida, a política se entrelaçaria de modo quase inseparável à física, carreira que abraçaria pouco depois.

Nos anos 50, recusou-se a servir ao exército francês no combate ao movimento de independência na Indochina. Porém, mais tarde,

assessorou os dois principais líderes comunistas do Vietnã do Norte na luta contra os norte-americanos, cujos crimes de guerra foram julgados no Tribunal Russel, do qual Vigier foi um dos inspiradores e participante ativo.

Como pesquisador, conquistou renome internacional. Trabalhou com dois prêmios Nobel, Frédéric Joliot (1900-1958) e Louis de Broglie (1892-1987), sendo assistente deste por cerca de 20 anos.

Hoje, Vigier é diretor de pesquisas do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e editor da prestigiosa revista *Physics Letters* para a área de mecânica quântica. Seus trabalhos sobre os fundamentos dessa teoria, muitos em colaboração com o físico norte-americano David Bohm (1917-1992), também militante comunista, pretendem mostrar que é possível interpretá-la de modo estritamente causal, em oposição ao que defende a escola de Copenhague, para a qual as partículas subatômicas, antes de observadas, são apenas ondas de probabilidade, sem realidade física.

Em sua sala, no Laboratório de Gravitação e Cosmologia Relativista na Universidade Paris VI, Vigier recebeu a *Ciência Hoje*.

ENTREVISTA CONCEDIDA A **RUBEN ALDROVANDI** (INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA/UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA)
E **ENNIO CANDOTTI** (INSTITUTO DE FÍSICA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO)

Por que o senhor e Joliot foram afastados da Comissão de Energia Atômica em 1949?

Logo depois da Segunda Guerra, a França havia criado a Comissão de Energia Atômica, e Joliot foi seu primeiro presidente. Ele me convidou para trabalhar na construção do Zoe, o primeiro reator nuclear francês. Em 1949, o general Charles de Gaulle [então presidente da França] insistiu para que a comissão colaborasse na construção da bomba atômica francesa. Joliot e eu nos recusamos e fomos afastados.

Onde o senhor foi trabalhar?

Joliot retornou ao Collège de France e apresentou-me a de Broglie, que me ofereceu um posto de assistente em seu laboratório.

Quando iniciou sua colaboração com Bohm?

Bohm veio a Paris no início de 1950. Ele havia retomado uma velha idéia de de Broglie, que permitiria dar à mecânica quântica uma interpretação causal.

Qual seria a idéia de de Broglie?

Tanto para Bohm quanto de Broglie, as partículas são corpúsculos que se deslocam em um meio cercados por uma 'onda-piloto', de forma semelhante a um barco que, ao se mover, associa-se à onda produzida por ele na água.

Então, como explicar a experiência de Young, em que uma onda-partícula, ao atravessar duas fendas presentes em um anteparo, produz uma figura de interferência [formada por 'franjas' claras e escuras, resultantes da superposição das duas ondas geradas, nas duas fendas, pela onda inicial]?

A partícula passa apenas por uma das fendas, e não pelas duas. A interferência se dá a partir da onda [associada à partícula], que passa pelas duas frestas do anteparo.

De Gaulle insistiu para que a comissão colaborasse na construção da bomba atômica francesa. Eu e Joliot nos recusamos e fomos afastados

O meio que as partículas fazem vibrar é material?

Sim, o vácuo é um meio material; é o éter, que tem uma inércia. Há trabalhos recentes que demonstram isso. Se se descarrega um condensador, ele se desloca. E esse deslocamento é diferente conforme a posição da Terra. Em diferentes meses do ano, a direção do deslocamento varia. Isso evidencia a existência da inércia do éter. O meio onde ocorre a descarga elétrica comporta-se como um meio material. Ocorre um efeito de ação e reação, como no eletromagnetismo de Maxwell [James Clerk, físico escocês, 1831-1879].

Isso significa que a própria velocidade da luz [300 mil km/s, no vácuo] varia conforme a direção do movimento da Terra no éter?

Sim. Há artigos recentes sobre essa questão. A própria Nasa [agência espacial norte-americana] está preparando experiências para confirmar essa variação.

O senhor tem trabalhado também com a hipótese de atribuir ao elétron uma rotação real?

Segundo Bohr [Niels, físico dinamarquês, 1885-1962], ao *spin* do elétron não corresponde uma rotação real. Ela é apenas uma probabilidade da medida relativa ao instante em que se observa essa partícula. Não há, portanto, energia associada a essa rotação.

Afirmo, porém, que a rotação é real. Em consequência disso, no átomo de hidrogênio, por exemplo, aparece uma nova interação entre o próton e o elétron, que pode ser observada na presença de um campo eletromagnético externo. Os japoneses estão estudando essa questão. Devido a essa interação, a energia envolvida nas interações entre elétron e próton em um átomo pode ser muito maior do que a calculada até agora.

Isso traz novos elementos para o antigo debate sobre a interpretação da mecânica quântica?

Sim. A interpretação causal de Einstein e de Broglie é verdadeira e contrária a interpretação de Copenhagen. Porém, a interpretação das teorias científicas é também ideológica. A Igreja católica, uma instituição que leva a sério essas questões, tomou posição a favor da interpretação de Copenhagen e da teoria do *Big Bang*. O que aconteceu antes do *Big Bang* é de interesse da igreja; o que ocorreu depois é da ciência.

E quanto à interpretação da chamada escola de Copenhagen?

É uma interpretação idealista [na qual as partículas subatômicas só têm realidade física no momento em que são observadas]. A interpretação materialista de Broglie, que associava uma onda real a uma partícula, foi condenada pela igreja já nos anos 20.

Como se deu isso?

De Broglie era um bom católico, Príncipe do Sacro Império Romano. Mas sua interpretação da física atômica chamou a atenção do arcebispo de Paris, que o procurou, perguntando-lhe o que estava fa- ▶



zendo. Quando soube, instou-o a mudar de posição, mas recebeu uma recusa formal de de Broglie.

Para a Igreja, há uma parte divina e outra terrestre e, para ela, não se pode explicar tudo estritamente pelas leis causais da ciência, mesmo que isso implique não se chegar nunca ao fim da questão.

A interpretação de Copenhague permite preservar essa dualidade entre divino e terrestre?

Através dessa interpretação, pode-se preservar a espiritualidade nas explicações da natureza. Bohr,

Voltando à questão da inércia. Ela seria então um fenômeno local?

Sim, ao contrário do que afirmava Mach [Ernst, físico austríaco, 1838-1916]. Sobre isso, há um artigo de Rindler [Wolfgang, físico austríaco, atualmente na Universidade do Texas, em Dallas] na *Physics Letters* [A 187] de 1994. A inércia teria origem na resistência encontrada por uma partícula ao se deslocar dentro do éter. Se a velocidade é constante, a resistência do éter é nula; mas, se o movimento é acelerado, ela se manifesta.



Na época, os partidos comunistas europeus e a União Soviética defendiam uma 'solução de paz' para o Vietnã, enquanto os vietnamitas queriam lutar até a vitória final

aliás, era religioso, filho de pastor. Para ele, as partículas não existem entre o momento em que são produzidas e são observadas. São descritas apenas como probabilidades. Já para de Broglie, o fóton [partícula de luz] é real e se desloca no espaço e no tempo. As partículas são corpos extensos e têm movimentos internos.

De Broglie defendia a interpretação causal?

Sim. Defendeu a interpretação causal de Bohm. Era católico, mas também materialista. De Broglie era uma pessoa curiosa. Vou contar uma história: eu era assistente dele e preparava seus cursos. Certa vez, fui visitá-lo na Academia de Ciências, onde era secretário perpétuo. Sentado na ante-sala, encontrei o presidente do Conselho de Ministros da França, monsieur Defort, aguardando para ser recebido por de Broglie. Defort era candidato a uma vaga na academia e, por isso, procurava o apoio de de Broglie. Passado algum tempo, de Broglie aparece e diz: "Aguarde-me mais um pouco, senhor ministro, porque quero mostrar a Vigier um cálculo que acabei de fazer". Ele deixou o ministro esperando mais um pouco. De Broglie não tinha os políticos em alta consideração.

Como foi recebida nos anos 50 a interpretação materialista da mecânica quântica no mundo comunista?

Stalin [Josef, premier da então União Soviética, 1879-1953] interessou-se pela questão e queria escrever um livro sobre isso. Mandou traduzir o livro de Bohm, que era comunista, e pediu para fazer 200 cópias para discutir a questão no Comitê Central. Por sorte, a discussão não ocorreu, e ele não escreveu o livro. Teríamos ficado desmoralizados...

E as contrações de Lorentz [Hendrik, físico holandês, 1853-1928], nas quais os corpos se contraem na direção do movimento, seriam reais?

Sim. Elas são transformações reais. Os relógios atrasam, e há uma contração real, por causa da inércia do éter. O próprio Einstein [Albert, físico alemão, 1879-1955] concordava com isso. Em 1924, em uma conferência na Universidade de Basileia [Suíça], ele defendeu a existência do éter.

Como Einstein via o seu trabalho e o de Bohm?

Certa vez, no início de 1950, Einstein escreveu a de Broglie, dizendo que este devia nos incentivar: "É preciso pôr Bohm e Vigier a trabalhar; eles estão no bom caminho."

E, nesse quadro, que novas características teria o fóton?

O fóton tem massa, e o vácuo é o meio material em que se desloca. Ele se desloca, portanto, com uma velocidade inferior à velocidade da luz. Há uma série de livros sobre essa questão, como, por exemplo, *The enigmatic photon* [O fóton enigmático, publicado pela Kluwer Academic Publications em 1994]. A Nasa, aliás, vem financiando estudos que evidenciam essa característica.

Em que direção caminham esses estudos?

A Nasa observou uma variação da frequência dos sinais de *laser* usados para a comunicação com os satélites. Esse *redshift* [alteração da frequência] poderia ser explicado com base na massa do fóton. A velocidade do fóton diminui por causa da força de atração [gravitacional] da Terra.

Qual seria o valor da massa do fóton?

A massa do fóton é pequena, mas diferente de zero,

da ordem de 10^{-65} kg. Sabemos que a energia depende da frequência, segundo a relação $E=hf$, onde h é a constante de Planck [$6,4 \times 10^{-34}$ joules.s] e f é a frequência do fóton. Por outro lado, a energia é também igual à massa multiplicada pela velocidade da luz ao quadrado, isto é, $E = m_0 c^2$. Temos, portanto, $hf = m_0 c^2$. O que permite calcular m_0 , isto é, a massa do fóton. A massa do fóton diferente de zero permite inclusive interpretar o efeito Sagnac, que ocorre quando um sinal luminoso percorre um caminho fechado sobre um disco que gira. O sinal leva tempos diferentes para percorrer o caminho em sentido horário e anti-horário.

Agora, gostaríamos de mudar o assunto para política. No início da década de 1950, a França lutava na Indochina para conservar suas colônias. O senhor foi convocado para servir ao exército na época?

Sim, fui convocado, mas me recusei e deixei o exército.

Nessa época, como foram suas relações com o Partido Comunista francês?

No início dos anos 50, eu havia sido eleito para o seu Comitê Central, mas discordei da posição do partido em favor de Guy Mollet, então chefe do governo francês, sobre a guerra de repressão ao movimento

de independência da Argélia. Eu, outros intelectuais e militantes fomos afastados desse comitê por apoiar os argelinos.

O senhor recusou-se a servir ao exército na guerra colonial francesa na Indochina, mas anos depois o senhor foi ao Vietnã...

Fui para lutar contra os norte-americanos, que intervieram na região depois da retirada das tropas francesas. Isso foi no fim dos anos 50 e no início dos 60. Trabalhei diretamente com Giap Vo Nguyen e Ho Chi Min (respectivamente comandante militar e o presidente do Vietnã na época).

No fim dos anos 60, o senhor participou da criação e das ações do famoso Tribunal Russel, que divulgou e julgou os crimes de guerra dos norte-americanos no Vietnã. Qual foi na época a posição da União Soviética e dos partidos comunistas europeus em relação a esse conflito?

Fui expulso do Partido Comunista francês por apoiar ativamente os vietnamitas. Na época, os partidos comunistas europeus e a União Soviética defendiam uma 'solução de paz' para o Vietnã, enquanto os vietnamitas queriam lutar até a vitória final e a expulsão dos norte-americanos. O que de fato ocorreu em 1973. ■



A SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1986-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou por um secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

SEDE NACIONAL: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 3106-1002.

ÁREA DE REPRESENTAÇÃO A: Amazonas (Andréa Viviana Waichman). Fac. Ciências Agrárias - Univ. Amazonas - Dep. Pesca. Av. Gen. Otávio Jordão Ramos, 3.000. CEP 69077-000, Manaus/AM. Tel. (92) 644-2354/2322. Fax: (92) 644-2384. awaichman@hotmail.com; **Maranhão** (Luiz Alvez Ferreira). Av. dos Portugueses, s/n - Campus Univ. Bacanga. Área de Convivência, Bl. 1 - Sl. 1. CEP 65080-040, São Luís/MA. Tel. (98) 231-3644. Tel./Fax: (98) 217-8183. luizferreira@elo.com.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO B: Bahia** (Gizélia Vieira dos Santos). UEFS - Av. Universitária, s/n - Br. 116 - Km 03 - Campus Universitário. CEP 44031-460, Feira de Santana/BA. Tel. (75) 224-8278. Fax: (75) 224-8019/8288. gizelia@uefs.br/gizelia@e-net.com.br; **Ceará** (Lindberg Lima Gonçalves). Dep. Física da UFC - C.P. 6030 - Campus do Pici. CEP 60451-970; Fortaleza/CE. Tel. (85) 288-9911/14. Fax: (85) 288-9636. lindberg@fisica.ufc.br; **Pernambuco** (José Antonio Aleixo da Silva). UFRPE - Dep. Ciência Florestal. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos. CEP 52171-030, Recife/PE. Tel. (81) 441-4577 - r. 423. Fax: 441-4090. aleixo@elologia.com.br; **Piauí** (Willame Carvalho e Silva). Rua Benjamin Constant, 1.367 - sl. 05. CEP 64000-280, Teresina/PI. Tel. (86) 221-4420/237-1532. willame.carvalho@uol.com.br; **Rio Grande do Norte** (Lúcio Flávio de Sousa Moreira). UFRN - Prédio da Reitoria - Pró-reitoria de Planejamento e Coord. Geral. Campus Universitário - Lagoa Nova. CEP 59078-970, Natal/RN. Tel. (84) 215-3140/3141. Fax: (84) 215-3200. Imoreira@cb.ufrn.br; **Rondônia** (Célio José Borges). Dep. Educação Física da UNIR - C.P. 460. CEP 78900-970, Porto Velho/RO. Tel. (69) 216-8558/8555. ceborges@unir.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO C: Distrito Federal** (Alberto de Carvalho Peixoto de Azevedo). Dep. Matemática - UnB. CEP 70910-900, Brasília/DF. Tel. (61) 307-2442 - r. 224. Fax: (61) 273-2737. acpa@unb.br; **Goiás** (João Teodoro Pádua). Dep. Produção Animal - EV/UFV - C.P. 131 - Campus II. CEP 74001-970, Goiânia/GO. Tel. (62) 821-1591/92/94. Fax: (62) 821-1593. teodoro@vet.ufg.br; **Minas Gerais** (Andréa Mara Macedo). ICB-UFMG - Dep. Bioquímica e Imunologia. Av. Antonio Carlos, 6.627. CEP 31270-910, Belo Horizonte/MG. Tel. (31) 499-2641. Fax: (31) 499-2984. andrea@mono.icb.ufmg.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO D: Rio de Janeiro** (Adauto José Gonçalves de Araújo). ENSP/FIOCRUZ - R. Leopoldo Bulhões, 1.480-6º and. CEP 21041-210, Rio de Janeiro/RJ. Tel. (21) 598-2587. Fax: (21) 598-2610. adauto@ensp.fiocruz.br. **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO E:** No atual mandato não temos nenhuma representação no Estado de São Paulo; **ÁREA DE REPRESENTAÇÃO F: Paraná** (Luiza Marta Bellini). Dep. Fundamentos da Educação - UEM. Av. Colombo, 5.790 - Jd. Univ. CEP 87020-900, Maringá/PR. Tel./Fax: (44) 263-2164. bellini@wnet.com.br

SECCIONAIS: Curitiba (Euclides Fontoura da Silva Junior). UFPR - Setor Ciências Biológicas. Museu de Ciências Naturais - C.P. 19031. CEP 81531-990, Curitiba/PR. Tel. (41) 361-1628. Fax: (41) 266-2042. efontour@garoupa.bio.ufpr.br; **Rio Grande do Sul** (Sérgio Bampi). Inst. Informática - UFRGS - C.P. 15064. CEP 91501-970, Porto Alegre/RS. Tel. (51) 316-6812. Fax: (51) 319-1576. bampi@inf.ufrgs.br; **Santa Catarina** (Sílvio Coelho dos Santos). Rua Idalina Pereira Santos, 47 - Agronômica. CEP 88025-260, Florianópolis/SC. Tel. (48) 331-9250 - r. 25/333-1551. Fax: (48) 331-9364/9751. silvio@cfh.ufsc.br

O Pará derrubou um dos grandes mitos da Amazônia.



Não faz muito tempo, dizia-se que a terra da Amazônia não era boa. Agricultura, só a básica, de pequena escala. Basicamente, frutas.

O Pará está provando que a terra amazônica também é excelente para o cultivo. Até para culturas que ninguém imaginaria, como a do café, atualmente em processo de adaptação.

A produção de grãos é uma realidade, junto com as frutas, nativas ou importadas, que sempre se deram bem por aqui.

Tanto é que o Pará já deu o segundo passo: está implantando agroindústrias.

Tudo isso é resultado de pesquisas sérias para o aproveitamento do solo em benefício da população.

Produzir o próprio alimento sempre foi - e ainda é - o sonho dos paraenses.

Isto está se transformando em realidade.

O que é mais importante: com o maior respeito pela natureza.

No Pará se sabe, como em nenhum outro lugar, a importância dos recursos que a natureza colocou nesta terra.

Afinal, sem ela, não seríamos a Amazônia.





As respostas do cérebro à alimentação

O aumento da concentração de glicose no sangue após a ingestão de alimentos é controlado pela insulina liberada (em indivíduos normais) pelo pâncreas. Saber que regiões do cérebro reagem à alimentação e quando tais respostas ocorrem é importante para compreender esse mecanismo de controle, associado a doenças como a diabetes. Agora, um estudo com imagens obtidas por ressonância magnética funcional (RMf), relatado em artigo publicado na revista *Nature* (v. 405, p. 1.058), permitiu conhecer melhor o papel do cérebro nesse controle.

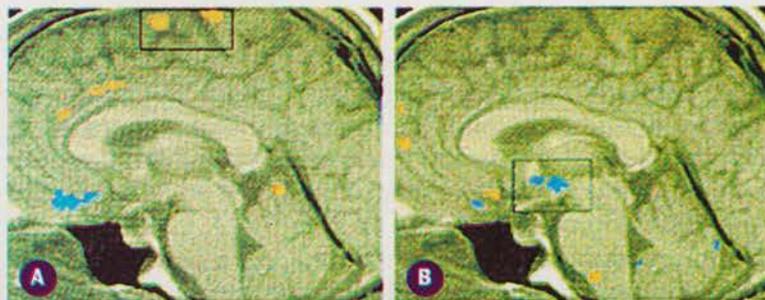
A té bem pouco tempo atrás, medir a concentração, no sangue, de glicose e de hormônios como a insulina era praticamente a única forma de estudar o metabolismo energético *in vivo* em humanos. Agora, pesquisadores das universidades da Flórida e do Texas, nos Estados Unidos, demonstraram a possibilidade de investigar como o cérebro de indivíduos normais responde – ao longo do tempo – a uma ‘refeição’ de glicose. Para isso, utilizaram a técnica de imageamento conhe-

cida como ressonância magnética funcional (RMf).

O método permite obter imagens do cérebro de forma muito rápida, ao medir a variação do nível de oxigenação local no cérebro ao longo do tempo, e é virtualmente inócuo ao organismo, por não requerer a aplicação de contraste ou de radiação ionizante. Toda vez em que uma região cerebral é ativada ocorre um aumento do teor de oxigênio no local, o que eleva o sinal da imagem na região.

O estudo de Yijun Liu (da Universidade da Flórida), Jia-Hong Gao, Ho-Ling Liu e Peter T. Fox (os três da Universidade do Texas) visou identificar que regiões do cérebro respondem à ingestão de glicose ou sinalizam a sensação de saciedade e outros eventos fisiológicos relacionados ao metabolismo desse alimento. Embora essa tarefa pareça simples à primeira vista, o fato de o tempo exato dessa resposta não ser conhecido a torna muito difícil – achar esse evento no cérebro, em meio ao enorme número de dados gerados pela RMf, seria como procurar uma agulha no palheiro. Para superar esse problema, os pesquisadores desenvolveram uma nova forma de análise, chamada análise de agrupamento temporal (*temporal clustering analysis*). A técnica permite encontrar os *voxels* (unidades de volume de imagem com coordenadas espa-

Os picos de respostas cerebrais (indicados em azul e amarelo) ocorreram de um a dois minutos após a ingestão de glicose (A) e cerca de 10 minutos após essa ingestão (B)



SUA EMPRESA É INOVADORA?

INVESTE EM TECNOLOGIA?

A Financiadora de Estudos e Projetos – **FINEP** – é a principal agência do Governo Federal para o financiamento ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia no País.

Nosso foco é o apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Nossa atuação abrange todas as etapas do processo: da pesquisa básica à comercialização pioneira de produtos e processos. Essa é a nossa singularidade.

A **FINEP** é, hoje, a Agência Federal da Inovação e está pronta para enfrentar os desafios impostos pelo mundo globalizado.

PROCURE A FINEP



FINEP

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
www.finep.gov.br

SEAC

Tel.: (21) 555-0555
E-mail: seac@finep.gov.br

CT
BRASIL

Ministério da Ciência e Tecnologia

**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil

ciais) nas quais o nível de oxigenação (isto é, de atividade) varia no decorrer do tempo, sem necessidade de conhecer previamente a resposta temporal de cada região específica.

Ao analisar os dados conjuntos de 18 voluntários normais que ingeriram glicose enquanto eram estudados com RMf, os pesquisadores detectaram dois picos de resposta cerebral. O primeiro ocorreu, de um a dois minutos após a ingestão, em quatro regiões: o córtex somato-sensitivo, o córtex órbito-frontal, o córtex do cíngulo anterior e a área motora suplementar. Tais regiões estão envolvidas na integração do cérebro com o sistema sensorial e provavelmente também na resposta emocional relacionada ao apetite e ao paladar. No entanto, não houve correlação entre a atividade dessas áreas e o nível

sangüíneo de insulina, hormônio que promove a entrada da glicose nas células e a queda de seu teor no sangue após uma refeição.

Um segundo pico de atividade foi identificado cerca de 10 minutos após a ingestão de glicose na parte medial (perto da linha média do cérebro) do hipotálamo, estrutura intimamente envolvida no controle do comportamento alimentar e do balanço energético. Na verdade, a resposta observada nessa região foi negativa, ou seja, houve uma significativa redução de atividade do hipotálamo medial. A explicação proposta foi que provavelmente a atividade basal (antes da administração de glicose) do hipotálamo estava aumentada devido ao jejum e que a absorção da glicose reduziu essa atividade.

Além disso, foi observada uma estreita – e importante – correla-

ção entre a queda da atividade do hipotálamo e o nível da insulina no sangue, reforçando a relevância dessa região na regulação do teor sangüíneo de glicose através do controle da secreção de insulina pelo pâncreas.

A neuroimagem funcional possibilitada pela RMf poderá vir a ser um poderoso e prático instrumento para o estudo do papel do sistema nervoso central no metabolismo normal e na resposta a medicações e para a investigação clínica de processos patológicos, como os distúrbios alimentares de natureza neuropsiquiátrica e doenças nutricionais.

Jorge Moll Neto

Grupo de Neuroimagem e Neurologia do Comportamento, LABS – Hospitais D'Or (Rio de Janeiro)

NUTRIÇÃO

PROTEÍNA QUEIMADORA DE GORDURAS

Camundongos transgênicos que expressam a proteína humana UCP-3 emagrecem mesmo comendo mais que camundongos normais, que não dispõem dessa proteína. No estudo, realizado por uma equipe de 27 pesquisadores da Universidade de Cambridge (Inglaterra) e de diversas empresas farmacêuticas inglesas, liderada por John Clapham, camundongos com o gene humano UCP-3, recentemente identificado, consumiram (entre quatro e 12 semanas de idade) de 15% a 54% mais calorias que animais normais; mesmo assim, apresentaram em relação a eles uma redução de 44% a 57% na razão entre o volume de tecido adiposo e o volume total do corpo. Os pesquisadores acreditam que o gene UCP-3 acelera o processo de quei-

ma de gorduras, o que reduz o peso mesmo sem aumento de atividade física. Os resultados poderão ter aplicações no tratamento da obesidade.

Nature, 27/07/00

OBESIDADE CAUSADA POR VÍRUS?

Galinhas e camundongos inoculados com o adenovírus humano Ad-36 em pesquisa da Universidade Estadual Wayne (Estados Unidos) engordaram mais que animais de controle (não inoculados) com a mesma dieta, e também mais do que galinhas inoculadas com um adenovírus de aves. O estudo, realizado por Nikhil Dhurandhar e colaboradores, verificou pela primeira vez que um vírus humano pode induzir obesidade em animais. O efeito, porém, não ocorre com qualquer infecção viral, como revelou o estudo-controle com adenovírus de aves. O mecanismo que leva ao aumento de peso não foi identificado, mas os pesquisadores acreditam que esteja associado a uma redução no gasto de energia. Anticorpos para o Ad-36 já foram encontrados em algumas pessoas obesas, mas ainda não se sabe se a obesidade predispõe à infecção ou se acontece o contrário.

International Journal of Obesity, 07/00



Programa de **recursos humanos**
da **ANP** para o setor de
petróleo e gás

PRH - ANP / MME / MCT

531 bolsas concedidas • **R\$ 3,8 milhões** para taxas
de bancada em 2000 • **22** universidades participantes
em **13** estados • **31** programas beneficiados

Apoio à **formação de pessoal** qualificado
na área de **petróleo e gás natural**

Maiores informações, visite nosso site: www.anp.gov.br (seção desenvolvimento tecnológico)

Endereço eletrônico: prh@anp.gov.br





CLIMATOLOGIA

O PAPEL DO HOMEM NO AQUECIMENTO GLOBAL

Um novo modelo de evolução da temperatura média terrestre durante o último milênio foi desenvolvido por Thomas Crowley, da Universidade do Texas, em College Station (Estados Unidos), fortalecendo muito a evidência de que o efeito estufa de origem antropogênica é de fato responsável pelo aquecimento global no século 20. O modelo leva em conta os principais fatores atmosféricos: radiação solar, partículas vulcânicas, emissões de gases e aerossóis industriais. Os resultados estão de acordo com as estimativas de variação anual de temperatura durante o último milênio, baseadas em anéis das árvores, amostras profundas de gelo, corais e outros indicadores. As conclusões mostram claramente que o forte aquecimento no século 20 só pode ser explicado por fatores antropogênicos.

Science, 14/7/00

MATEMÁTICA

EMPAQUOTAMENTO ÓTIMO

Um problema equivalente ao de como empacotar o máximo de corda dentro de uma caixa foi resolvido pelos matemáticos Amos Martan e colegas da Escola Internacional de Estudos Avançados, em Trieste (Itália), e da Universidade Estadual da Pensilvânia (Estados Unidos). Dado um tubo cilíndrico de raio e comprimento conhecidos (representando a corda), o problema é como enrolá-lo para que ocupe o menor volume possível. O resultado depende da relação entre o comprimento e o raio do tubo. Os pesquisadores verificaram que, em muitos casos, a forma ótima do tubo é ser enroscado em hélice, com uma razão bem definida do passo (espaçamento das roscas) para o raio. Muitos polímeros, inclusive DNA e proteínas, podem ser modelados como tubos deformáveis. A alfa-hélice (sentido do enrolamento

para a direita) encontrada em muitas proteínas está bem próxima da forma ótima. Um problema análogo para uma dupla hélice também leva a um empacotamento ótimo próximo daquele realizado pela molécula de DNA.

Nature, 20/7/00



ANTROPOLOGIA

ALTRUIZMO E RECIPROCIDADE

As relações entre generosidade e reciprocidade em diferentes culturas foram discutidas em um simpósio na Universidade de Massachusetts, em Amherst (Estados Unidos). O seguinte problema foi proposto a grupos de pessoas da mesma comunidade: "Você receberá uma quantia, com a condição de partilhá-la com outra pessoa anônima do grupo. Você terá uma única chance de oferecer-lhe uma porcentagem da quantia, mas, se a oferta não for aceita, nenhum dos dois receberá

nada". Segundo os economistas, a oferta deve ser a mais baixa possível e deve ser aceita, pois, caso contrário, ambos perdem.

Entre grupos de estudantes universitários, a oferta mais comum é de 50%. Ofertas abaixo de 20% quase sempre são rejeitadas, como punição pela avareza do oferente. Isso indica uma tendência à generosidade dentro do mesmo grupo e à punição dos egoístas, mesmo em prejuízo próprio. Entretanto, em grupos de outras culturas, como pequenos

agricultores da Amazônia, ofertas médias, mesmo abaixo de 20%, são aceitas. Os resultados avaliam a tendência à cooperação dentro de um grupo e à punição do comportamento não cooperativo, modificando conceitos previamente aceitos em antropologia.

Nature, 20/7/00



Em junho de 1997, especialistas da Organização Mundial de Saúde (OMS) reuniram-se em Genebra, Suíça, para discutir os últimos dados epidemiológicos referentes à obesidade e traçar recomendações para a elaboração de políticas e programas de saúde pública. O objetivo era munir-se de 'armas' adequadas para enfrentar um mal que, todos percebiam, emergia como um problema global de saúde.

O boom obese



Roberto Barros de Carvalho
Ciência Hoje/MG

da sidade

Epidemia típica dos tempos modernos alastra-se e preocupa OMS

Eles imediatamente reconheceram que o excesso de peso e a obesidade

são uma ameaça crescente à saúde das populações de um número cada vez maior de países, em todas as regiões do mundo (figura 1). Mais que isso, reconheceram a obesidade como uma doença, que assola indiferentemente nações desenvolvidas e em desenvolvimento, afetando homens e mulheres, adultos e crianças, ricos e pobres. A obesidade tornou-se tão comum que acabou por transformar-se no mais grave problema de saúde pública do mundo, superando até mesmo a desnutrição e as doenças infecciosas.

O estilo de vida sedentário e as dietas baseadas em alto índice de gordura e elevada densidade energética são apontados como as principais causas do aumento da obesidade, sobretudo se o obeso apresenta alguma predisposição genética ou tendência para engordar rapidamente quando exposto a fatores ambientais desfavoráveis. Diante da evi- ▶

Figura 1. Tendência ao crescimento da obesidade (IMC ≥ 30)* em alguns países

País	Prevalência	Ano (anos)	Faixa etária de obesidade (%)	
			HOMENS	MULHERES
Austrália	1980	25-54	9.3	8.0
	1983	25-64	9.1	10.5
	1989	25-6	411.5	13.2
Brasil	1975	25-64	3.1	8.2
	1989	25-64	5.9	13.3
Canadá	1978	20-70	6.8	9.6
	1981	20-70	8.5	9.3
	1988	20-70	9.0	9.2
	1986/92	18-74	13.0	14.0
EUA	1960	20-74	10.0	15.0
	1973	20-74	11.6	16.1
	1978	20-74	12.0	14.8
	1991	20-74	19.7	24.7
Finlândia	1978/9	20-75	10.0	10.0
	1985/7	20-75	12.0	10.0
	1991/3	20-75	14.0	11.0
Inglaterra	1980	16-64	6.0	8.0
	1986/7	16-64	7.0	12.0
	1991	16-64	12.7	15.0
	1994	16-64	13.2	16.0
	1995	16-64	15.0	16.5
Japão	1976	> 20	7.1	12.3
	1982	> 20	8.4	12.3
	1987	> 20	10.3	12.6
	1993	> 20	11.8	13.0
Samoa	1978	25-69	28.2	48.0
	1991	25-69	49.9	68.0
Suécia	1980/1	16-84	4.9	8.7
	1988/9	16-84	5.3	9.1

FONTE: OMS (1998)

*IMC = PESO/QUADRADO DA ALTURA (KG/H²)

dência de que o peso de indivíduos até então considerados normais os predisponha a riscos de acidente vascular, hipertensão e diabetes, entre outras

doenças, os especialistas recomendaram um novo sistema de classificação de obesos adultos e sugeriram que ele fosse adotado internacionalmente. Tal sistema baseia-se no chamado índice de massa corporal (IMC), obtido a partir da divisão do peso (kg) do indivíduo pelo quadrado de sua altura (h²). IMC



ILUSTRAÇÕES ALVIM

≥ 25 indica sobrepeso, e BMI ≥ 30 indica obesidade (figura 2).

Os dados referentes ao Brasil discutidos na reunião de Genebra resultaram de dois grandes levantamentos feitos pelo IBGE em 1974/1975 e, em 1989, a partir do Estudo Nacional de Despesa Familiar (Endef) e da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (PNSN). Os números mostram que a obesidade cresce entre adultos. A prevalência é maior entre as mulheres, como, aliás, ocorre na grande maioria dos países onde houve investigação semelhante. “Entretanto, tem-se observado um aumento maior da obesidade em famílias de baixa renda”, destaca o relatório da OMS, que, em suas conclusões, aponta uma alteração significativa: “Antes deficiente, a dieta do brasileiro tornou-se excessivamente calórica”.

Outra questão que suscitou e ainda suscita debates diz respeito ao rombo que as doenças decorrentes da obesidade provocam nos sistemas nacionais de saúde. Dados preliminares sugerem que de 2% a 7% do total das despesas de um país na área de saúde estão diretamente relacionados ao excesso de peso e à obesidade (figura 3).

Hiperfaça e inatividade

Os mecanismos que controlam o peso corporal ainda não são de todo bem-compreendidos. Fisiologicamente há a percepção da fome, uma resposta inata e não condicionada à necessidade de comida. Outro mecanismo regulatório é o apetite, que, em contraste com a fome, é um fenômeno psicológico aprendido, que lida muito mais com necessidades emocionais do que nutricionais. Alguns especialistas consideram que na gênese da obesidade alguns mecanismos que regulam o apetite podem dominar os da fome e da saciedade, fazendo com que o consumo de alimentos seja maior que as necessidades nutricionais.

O resultado salta aos olhos e pode ser confirmado na balança. Os adipócitos, células metabolicamente inativas com função de armazenar gordura, acumulam-se no tecido subcutâneo e no interior do abdome, caracterizando a obesidade, que pode ser hipertrófica (definida pelo aumento dos adipócitos) ou hiperplásica (definida pela multiplicação dessas células). Os dois tipos costumam ocorrer em um mesmo indivíduo. A partir de um mecanismo curioso, a obesidade hipertrófica pode tornar-se hiperplásica: o adipócito cresce tanto que estimula os adipoblastos a darem origem a novos adipócitos.

Sem desprezar a influência dos fatores genéticos, que podem ser consideráveis, o boom da obesidade é um produto da sociedade moderna. Pela primeira

vez em séculos o mundo ocidental tem abundância de alimentos, bem como alimentos de alta qualidade biológica, amplamente distribuídos e anunciados de modo atraente. Além disso, apontam alguns manuais de nutrição pediátrica, o aleitamento materno, que limita a ingestão de leite em muitos recém-nascidos, tem se tornado menos comum e, cada vez mais cedo, os pais oferecem alimentos sólidos aos bebês. Os programas de merenda escolar também disseminaram-se bastante nas últimas décadas.

Por outro lado, os gastos significativos de energia diminuíram, principalmente nas grandes cidades: automóveis e outros meios de transporte mecânico são cada vez mais usados no dia-a-dia; o tráfego pesado desestimula as pessoas a irem a pé ou de bicicleta para o trabalho; as crianças vão para a escola em ônibus especiais; vários aparelhos poupam o trabalho braçal nas atividades domésticas; o hábito de caminhadas como passatempo é cada vez menor. Todos esses fatores fazem com que o homem moderno (adulto ou criança) se exercite menos e, portanto, alcance um balanço energético positivo.

Mcdonaldização do cardápio

“O que engorda é alimento”, sentencia o bioquímico e médico nutrólogo Enio Cardillo Vieira, professor titular aposentado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Na sua opinião, se o indivíduo comer menos, ele necessariamente perderá peso. “Trata-se de uma lei física, a lei da conservação de energia.” Cardillo aponta o que ele chama de “mcdonaldização da alimentação” como a principal causa do crescimento da obesidade mundo afora. “As pessoas abandonaram as dietas balanceadas e passaram a consumir exageradamente alimentos saborosos e ultra-energéticos, sem contra-atacar esse pecado capital com um programa rigoroso de atividades físicas.”

O resultado não poderia ser outro. Os EUA, que consomem hoje 7% mais calorias do que há 20 anos, têm 55% da população acima do peso. No Brasil, esse percentual gira em torno de 40%, sendo que 11% são obesos.



Figura 2. Classificação de indivíduos adultos segundo o Índice de Massa Corporal (IMC)

Classificação	IMC (kg/h ²)	Risco de doenças associadas
Magro	< 18,5	Baixo
Normal	18,5-24,9	Médio
Com excesso de peso	≥ 25	
Pré-obeso	25-29,9	Aumentado
Obeso classe I	30-34,9	Bem aumentado
Obeso classe II	35-39,9	Severo
Obeso classe III	≥ 40	Muito severo

FONTE: OMS (1998)

O contra-ataque à obesidade resulta não só de sua não-aceitação social, mas principalmente dos riscos de doenças vasculares, hipertensão e diabetes, que lhe estão associados. Como solução salvadora, surgem as dietas, que, aliás, não são um fenômeno recente. Já eram praticadas no final do século passado e – ora mais ora menos radicais – foram sofrendo adaptações segundo modismos criados por médicos, nutricionistas ou leigos (ver ‘De

olho na balança’). Seja qual for a dieta de emagrecimento adotada, a recomendação de todas as autoridades de saúde é que a perda de peso deve ser lenta. A perda rápida de gordura aumenta os níveis de colesterol no sangue, podendo provocar algum tempo depois litíase biliar, a popular pedra na vesícula.

“A grande maioria das dietas, inclusive a do cardiologista norte-americano Robert Atkins (que estimula o consumo de gorduras e proteína animal), promove a monotonia dietética”, acredita Cardillo. Se o indivíduo se mantiver fiel a ela, ele irá comer cada vez menos e, conseqüentemente, emagrecerá. A abordagem mo-

Figura 3. Os custos da obesidade

País	Ano	IMC	Estimativa de custos	% dos custos com saúde no país
Austrália	1989/90	> 30	AUD\$ 464 milhões	> 2%
França	1992	≥ 27	FF 12.000 milhões	2%
Holanda	1981/9	> 25	Florins 1.000 milhões	4%
EUA	1990	> 29	US\$ 458.000 milhões	6,8%

FONTE: OMS (1998)

derna de nutrição no tratamento da obesidade, defende, é comer de tudo um pouco e reduzir o consumo de produtos animais. Essa, aliás, é a recomendação não só da OMS como também dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), dos Estados Unidos, o mais importante instituto de pesquisa biomédica do mundo. Em momento algum o NIH recomenda uma dieta rica em proteínas e gorduras.

“Não é à toa que a famosa pirâmide alimentar faz restrições às gorduras, açúcares e produtos animais, incentivando o consumo de carboidratos”, diz Cardillo, lembrando que estes têm densidade energética elevada, dão saciedade e, por requerer muita água durante a preparação, têm seu nível calórico reduzido.

Para o nutrólogo da UFMG, o excesso de proteína animal na dieta é aterogênico (promove o depósito de gordura nas artérias), cancerígeno, predispõe à hipertensão arterial, à osteoporose e a doenças renais. Não é, pois, por outra razão, que ele considera “criminosa” a dieta advogada por Robert Atkins, que arregimentou um batalhão de adeptos em todo o mundo. Além de ajudar a perder peso, a dieta baseada em carboidratos atende às recomendações da chamada nutrição preventiva, que não deve ser ignorada. Afinal, 35% dos cânceres são causados pela dieta. Nos países em que o consumo de gordura é mais elevado, por exemplo, a incidência de câncer de mama é maior. O mesmo vale para câncer de intestino, em homens e mulheres.

Alimentos versus longevidade

A redução radical da alimentação é um meio direto de se aumentar a longevidade. Pelo menos é o que sugerem os experimentos realizados em 1938 pelo cientista norte-americano W. McKay. Ele mostrou que um grupo de animais alimentados o suficiente para manter suas funções orgânicas básicas viveu um terço a mais que aqueles alimentados normalmente. Aliás, em qualquer faixa etária, a longevidade aumenta com a redução drástica da quantidade de alimentos ingeridos. Experiências desse tipo não foram feitas com humanos, mas a analogia não é descabida (ver ‘Restrição calórica, genes e longevidade’ em *Ciência Hoje* nº 157).

Ao contrário, a expectativa de vida cai com a ingestão descontrolada de alimentos. Aparecem as doenças associadas ao excesso de peso e, em casos extremos, o que a medicina chama de obesidade mórbida. Sem falar nos transtornos de ordem emocional, que costumam provocar patologias de difícil tratamento, resistentes a dietas, remédios e até mesmo a psicoterapias (ver ‘Distúrbios alimentares’). Nos casos mais graves, só o apoio oferecido pelo grupo Comedores Compulsivos Anônimos, que mantém núcleos espalhados por todo o mundo, pode surtir algum efeito (ver ‘Anatomia de uma compulsão’).

Diante de tantos inconvenientes, a melhor saída para a obesidade está na sua prevenção. Aí vem logo

De olho na balança

Há mais de um

1899

Fletcherizing

O médico norte-americano Horace Fletcher condena a compulsão por comida e monta uma dieta baseada na moderação.

1930

Combinação de alimentos

É proibido misturar. O médico William Hay decide que amido não combina com proteína e que as frutas não combinam com nenhum dos dois.

1938

Grapefruit e café

Às vésperas da Segunda Guerra, muitos acreditavam que a fruta queimava calorias e que o café tirava o apetite.

1954

Contagem de calorias

Difunde-se a idéia de que é preciso ingerir alimentos de baixa caloria. Nem uma palavra sobre exercícios físicos.

1963

Novos caminhos

As anfetaminas começam a ser usadas como moderadores de apetite. Jean Nidetch lança nos Estados Unidos um método para emagrecer sem remédios, ensinando reeducação alimentar e incentivando a atividade física. Estava fundado o *Weight watchers* (Vigilantes do peso).

1972

Dieta de Atkins

O médico norte-americano lança uma dieta à base de proteínas, sem carboidratos, açúcar e frutas. Os quilos perdidos voltaram depois, junto com colesterol elevado e problemas cardíacos.

a pergunta: quando iniciá-la? “Na vida intra-uterina”, responde Enio Cardillo, para quem a mulher deve evitar o ganho excessivo de peso durante a gravidez. Após o nascimento, o bebê deve ser alimentado com leite materno. Embora não haja evidências conclusivas, pode-se dizer que a alimentação natural ajuda a prevenir a obesidade. É fundamental que o leite materno, a princípio, e mais tarde os demais alimentos sejam oferecidos apenas quando a criança estiver com fome. “A criança não deve ser estimulada a comer nem chantageada com alimentos”, advoga Cardillo. “Durante toda a vida os estados emocionais negativos são compensados com alimentos”, diz ele, lembrando que a mãe costuma oferecer o seio quando o bebê chora de dor de ouvido, por exemplo, ou promete chocolate quando a criança fica triste ao vê-la sair para o trabalho.

Existe o falso conceito de que a pessoa deve comer bem, ser gorda, surgido no século passado em função da tuberculose. Como naquela época os

magros eram mais propensos à doença, nasceu o mito, que perdura até hoje, de que gordura e saúde estão associadas. Daí a insistência de toda a família para alimentar bem o bebê e vê-lo rechonchudo.

Nesse caso, alerta o nutrólogo, há risco de a criança apresentar as chamadas estrias gordurosas. “A aterosclerose pode começar já na infância”, lembra.

Em atendimento a um apelo feito pela OMS, a indústria de alimentos infantis não faz há algum tempo propagandas de substitutos do leite humano na tevê. “Foi uma conquista importante”, lembra Cardillo. Resta, segundo ele, saber que resposta os empresários do setor alimentício darão à pergunta

formulada por especialistas em recente congresso de nutrição realizado na França: será que a indústria de alimentos aceitaria deixar de fazer propaganda na televisão sobre os chamados *junk foods*, ‘porcarias’ saborosas como *chips* e outras coisas do gênero que se vendem nos McDonald’s da vida? ■



século, os regimes alimentares entram e saem de moda

Dieta de Beverly Hills

Só frutas (muito abacaxi) nos primeiros 10 dias para ‘desintoxicar’ o organismo.

Regime da Lua

Prescrevia apenas líquidos nos dias de mudança de lua. Algumas versões recomendavam apenas maçãs no período.

Novos remédios

Isomeride (recolhido por fazer mal ao coração), Reductil e Plenty: começa a era dos medicamentos que criam a impressão de saciedade.

Dieta mediterrânea

Comer como os gregos, italianos e franceses faz bem ao coração. A dica é incluir azeite de oliva, peixes, verduras, frutas e vinho no cardápio.

Xenical e proteínas

O remédio impede a absorção de 30% da gordura ingerida. Ganhou fama o seu efeito colateral: diarreia após a ingestão excessiva de gordura, o que fez muita gente usar fralda para não passar vexame. Renasce a velha e insalubre dieta do Dr. Atkins.

Quitosana

Um remédio feito das fibras da casca de caranguejo e lagosta surge como novo milagre emagrecedor.

O poder das massas

Carboidratos são a chave energética do emagrecimento. Pão e macarrão voltam a ter prestígio nos cardápios.

Distúrbios alimentares

Após acometer pessoas famosas como Lady Diana e a princesa Victoria da Suécia, os chamados distúrbios alimentares – que compreendem a anorexia, a bulimia e o transtorno do comer compulsivo – ganharam notoriedade. Essas patologias vêm alcançando índices epidêmicos e são responsáveis pelo maior número de mortes entre todos os distúrbios psíquicos conhecidos. Em cada grupo de 10 pessoas doentes uma se suicida ou morre em virtude de parada cardíaca ou desnutrição.

As causas dos distúrbios alimentares são múltiplas, incluindo fatores genéticos, ambientais e comportamentais. A pressão de uma sociedade cada vez mais competitiva, o estresse e experiências de vida traumáticas, associadas ao culto do corpo perfeito, têm levado muita gente, a maioria mulheres, a maltratar seu organismo, seja passando fome ou comendo em excesso.

“Embora não tenham um perfil definido, esses doentes frequentemente apresentam ansiedade, descontrole, intolerância à frustração, humor lábil e autoestima baixa”, relata a psicóloga Maria de Lourdes Kalil. Segundo ela, a comida pode funcionar como substituto de algo que essas pessoas não conseguem identificar com precisão.

“Mas não devemos nos precipitar em generalizações”, pondera.

Por meio de estudos do sistema neuroendócrino (que compreende o sistema nervoso central e sistemas hormonais), a bioquímica também procura identificar causas dos distúrbios alimentares. Muitos cientistas acham que, assim como nas pessoas deprimidas, nos pacientes com distúrbios alimentares os neurotransmissores serotonina e noradrenalina estão abaixo dos níveis normais. Alguns estudos apontam que bulímicos e anoréxicos têm altas taxas do hormônio cortisol, liberado em momentos de estresse. Segundo a médica nutróloga Silviane Vianna, a correlação entre depressão e distúrbios alimentares não é obrigatória, mas é comum essas doenças coexistirem com outros distúrbios de ordem psíquica.

A anorexia nervosa, caracterizada pela recusa voluntária à ingestão de alimentos e pela preocupação do doente em manter-se excessivamente magro, afeta sobretudo mulheres adolescentes, geralmente de classe social mais alta, e pode matar por inanição ou parada cardíaca. A maioria dos pacientes evita alimentar-se em público, contabiliza as calorias das refeições, faz exercícios compulsivamente e mantém o peso corporal muito abaixo do desejável. O grande perigo está no fato de o anoréxico enxergar-se de forma distorcida, achando-se sempre gordo. Pessoas com esse quadro são geralmente perfeccionistas, dedicadas, complacentes, estudiosas, obedientes e têm dificuldade para se tornar adultas e independentes.

Recentemente houve surtos da

doença na Argentina e Inglaterra. Este último país chegou a criar um código de conduta, segundo o qual as revistas de moda deveriam exibir modelos de diferentes biotipos. Uma das conseqüências da anorexia são atrofia irreversíveis no córtex cerebral. Na mulher, além da perda de peso, pode ocorrer amenorréia (ausência de menstruação) e no homem, impotência.

Segundo Maria de Lourdes Kalil, o transtorno do comer compulsivo é marcado pelo *binge-eating*, episódio no qual o indivíduo ingere grande quantidade de alimento em curto espaço de tempo, até sentir-se desconfortável. Durante o *binge-eating*, o comedor compulsivo chega a ingerir até seis mil calorias. Por causar embaraço, essas ‘farras alimentares’ geralmente são feitas a sós e costumam ser seguidas de sentimento de culpa e depressão. Pessoas com o transtorno do comer compulsivo costumam ser obesas, uma vez que seu ganho calórico é muito superior ao gasto. Além disso, esses doentes têm propensão a diabetes, hipertensão e doenças cardiovasculares.

Assim como o comedor compulsivo, o doente de bulimia nervosa passa por surtos de ingestão excessiva de alimentos, mas, temendo engordar, força uma ‘desintoxicação’ por meio de vômitos, diuréticos e laxantes. Tal atitude, segundo Silviane Vianna, funciona como um “comportamento compensatório”. Os bulímicos exercitam-se compulsivamente e em geral mantêm o peso corporal em uma faixa normal. Por temer a reação das outras pessoas, costumam esconder sua condição, o que é muito perigoso, já que a doença pode causar insuficiência cardíaca, desgaste no esmalte dos dentes devido ao ácido clorídrico do vômito, inflamação no esôfago, desinteresse sexual e, em casos extremos, ruptura do estômago.



“No aspecto comportamental, as bulímicas são garotas mais extrovertidas que as anoréxicas e podem apresentar dependência a álcool ou a drogas”, diz Vianna. As causas dessa doença envolvem com frequência conflitos familiares, dificuldade em desenvolver a feminilidade e histórias de abuso sexual na infância.

Atualmente, físicos cheio de curvas, como os de Marta Rocha ou Marilyn Monroe, não fazem tanto sucesso. O culto às modelos e atrizes magérrimas provoca uma mudança nos padrões sociais de beleza, pressionando as pessoas a rejeitar, mesmo que inconscientemente, as formas generosas. “O modelo de beleza imposto pela sociedade atual é de um corpo quase cadavérico”, diz Vianna. Segundo ela, essa tirania de padrões desvaloriza aspectos relacionados à saúde e à constituição física da população. Ao contrário da mulher européia, a brasileira não se caracteriza pela magreza. As tabelas de peso e altura dos livros estrangeiros não se adequam ao nosso perfil. “Cabe aos profissionais de saúde e à imprensa proteger nossas adolescentes contra esses padrões estereotipados.”

Quanto mais cedo se descobre um transtorno alimentar, mais chance de sucesso tem o tratamento, que envolve o trabalho de médicos, nutricionistas e psicólogos. Além de orientação nutricional, terapias de grupo ou familiar podem ser úteis. Os transtornos alimentares são processos crônicos e complicados, e sua cura não costuma ser rápida ou milagrosa. “Exige motivação, persistência e investimento por parte do doente e seus familiares”, afirma Kalil.

Maya Mitre

Especial para *Ciência Hoje/MG*

Anatomia de uma compulsão

Com base nos mesmos princípios dos Alcoólicos Anônimos, os Comedores Compulsivos Anônimos (CCA) apóiam e orientam em todo o mundo pessoas que não mantêm uma relação saudável com a comida, ingerindo alimentos em quantidade exagerada. O CCA existe há 16 anos no Brasil e tem, além de sua sede nacional, em Belo Horizonte, 140 núcleos espalhados por todo o país*.

Em geral, o que leva as pessoas a procurar o grupo é a vontade de emagrecer. Muitos chegam ao CCA sem esperança de recuperação, após terem tentado inúmeras dietas, médicos e terapias. Durante as reuniões, começam a ver que as causas de sua obesidade são complexas e que não estão relacionadas à falta de força de vontade ou à adoção de uma dieta inadequada. O primeiro passo para tratar a compulsão por comida é aceitá-la como uma patologia multifatorial.

Segundo Ana, membro do CCA em Belo Horizonte, o comer compulsivo é uma doença incurável, mas, como a hipertensão ou o diabetes, pode ser controlada. É durante as reuniões – quando as pessoas partilham suas experiências dolorosas de impotência frente à comida –, as leituras e a vivência dos ‘12 passos’ propostos pelo programa, que o paciente vai estabilizando sua condição e aprendendo a sobreviver às recaídas.

Ao contrário de grupos como Vigilantes do Peso, o CCA não prescreve dietas de emagrecimento. Sua proposta abrange os níveis físico, emocional e espiritual, visando obter uma recuperação estável. Ao longo do programa, algumas pessoas chegam a perder até 50% de seu peso, o que é interpretado apenas como uma consequência, uma vez que o mais importante é aprender a conviver com a doença e manter a abstinência.

Outra característica do CCA é o fato de não trabalhar com fórmulas, já que cada pessoa é um caso único e apresenta manifestações distintas da doença. Há os que comem compulsivamente só quando estão sozinhos, os que o fazem apenas em certas horas do dia ou em determinadas situações, ou ainda os que se sentem tentados por um tipo específico de alimento. Alguns pacientes iniciam dietas só para quebrá-las e voltar a comer exageradamente. Tal comportamento é um mecanismo de autopunição, que leva o doente a sentir-se fracassado e funciona para justificar sua própria compulsão.

Os comedores compulsivos anônimos não trabalham com metas e planos para o futuro. Através do lema ‘Só



por hoje', concentram-se no dia que estão vivendo, sem promessas de abstinência a longo prazo. "Não acreditamos em começar uma dieta hoje para caber num biquíni em dezembro", diz Ana. "Nosso objetivo é tratar a doença diariamente, sem preocupação com o amanhã. É muito difícil aceitar controlar-se para o resto da vida."

Para facilitar a recuperação, o CCA sugere a seus membros o anonimato, a leitura de textos de apoio, o planejamento alimentar e o apadrinhamento. No grupo, o paciente escolhe um membro com o qual se identifica e o elege seu padrinho, para recorrer a ele nas horas de angústia. O telefone também é uma peça importante no tratamento. "Telefonamos para outras pessoas quando não conseguimos suportar sozinhos", diz Ana.

O comedor compulsivo não tem perfil definido. A doença não escolhe sexo, cor da pele, classe social, idade, profissão ou religião. Embora acolha todo tipo de gente, inclusive bulímicos (comedores compulsivos que vomitam após as refeições) e anoréxicos (que não têm apetite), as reuniões são mais freqüentadas por mulheres adultas. "Isso pode ser explicado culturalmente, pois a pressão pela aparência física perfeita é muito maior sobre as mulheres", acredita Ana.

A repressão ao obeso não parte apenas da mídia e da sociedade, mas também dos amigos e familiares. É por isso que muitos membros do CCA optam pelo anonimato e nunca revelam a seus conhecidos que freqüentam as reuniões. "Quando as pessoas dizem que estão no programa, os outros passam a cobrar resultados. Essa pressão é tão violenta que pode levar a pessoa a comer mais." Os membros do CCA classificam o grupo como irmandade e admitem que só nele se sentem escudados.

Embora a compulsão por comida se assemelhe a outras formas de compulsão, uma característica a difere das demais: o fato de o alimento ser imprescindível à sobrevivência. Ao contrário do alcoólatra, que pode conseguir abster-se de bebidas para o resto da vida, o comedor compulsivo não pode simplesmente parar de comer, devendo enfrentar diariamente seu objeto de compulsão. Para essas pessoas, é muito tênue a linha que separa a manutenção da vida e o exagero.

A vida de Ana mudou radicalmente depois que ela conheceu o grupo há quatro anos. Ela conseguiu livrar-se de uma série de ilusões que cercam a doença e aprendeu a trabalhar seu sentimento de culpa em relação à compulsão. "As revistas de dieta já não me atraem, pois sei que não trazem solução", diz. "Nunca me senti tão apoiada e compreendida como me sinto na irmandade."

Maya Mitre

Especial para *Ciência Hoje*/MG



* O telefone a
Junta de Serviços
Gerais dos
Comedores
Compulsivos
Anônimos é
(31) 222-7310.
O e-mail é
jucab@net.em.com.br

Atendimento gratuito na

A Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo mantém o Projeto de Atendimento ao Obeso (Prato), serviço vinculado ao Departamento de Psicoterapia do Instituto de Psiquiatria, criado há seis anos e coordenado pelo professor Arthur Kaufman. Inicialmente, o projeto oferecia como apoio ao obeso apenas atendimento em psicoterapia, mas ele foi ampliado e hoje conta com outras especialidades, como nutrição, educação física e terapia ocupacional. O projeto se desenvolve em módulos de três meses, durante os quais o obeso participa de sessões semanais de psicoterapia, orientação nutricional, educação física, biodança, dança do ventre, e insere-se em uma linha de pesquisa que visa avaliar a resposta ao tratamento conjunto da obesidade.

O Prato não prescreve dietas nem impõe restrições alimentares, mas busca informar e orientar os pacientes quanto às suas necessidades nutricionais, demandas físicas, formas de preparo e consumo adequados dos alimentos. "Nosso objetivo é que o participante do programa perceba a mudança de qualidade em sua vida e a incorpore em seu dia-a-dia", diz a terapeuta ocupacional Maria Teresa Bruni Daldon, integrante da equipe. "Atividades lúdicas desenvolvidas nas sessões de educação física buscam conscientizar os obesos das possibilidades de gastos calóricos em atividades prazerosas, tentando desfazer a idéia de que 'para emagrecer é preciso malhar e sofrer'. Propostas como biodança servem de facilitadores para o tratamento das dificuldades de relacionamento e expressão, abordando temas que serão debati-

to USP

dos nas sessões de psicoterapia”, explica Daldon.

Ao contrário da abordagem tradicional de crítica em relação ao obeso, as atividades físicas desenvolvidas no Prato buscam revelar e promover aspectos positivos do participante, como sua capacidade de movimentação, agilidade e graça para vencer resistência e dificuldades, romper preconceitos e desenvolver a auto-estima. Em turmas de 25 pessoas, com idade entre 20 e 50 anos, o Prato já atendeu em seus seis anos de existência cerca de 500 obesos. O atendimento é gratuito.

A USP também mantém, através do Laboratório de Nutrição e Metabolismo Aplicado a Atividades Motoras, da Escola de Educação Física e Esporte, um programa de atividades físicas para mulheres obesas entre 20 e 40 anos há quatro anos. O objetivo é verificar o efeito de diferentes tipos de atividades físicas (intensas e moderadas) associadas ao controle alimentar, na composição corporal e no controle da obesidade.

“A idéia é conscientizar e orientar o obeso sobre a necessidade de atividades físicas que compensem e lhe permitam equilibrar a ingestão calórica diária”, explica o coordenador do programa, Antônio Herbert Lancha Jr. Segundo ele, estudos têm demonstrado que uma pessoa de vida sedentária gasta hoje 300 calorias diárias menos do que pessoas sedentárias que viviam há 30 anos. O modo de vida atual, com as inúmeras conquistas tecnológicas, diminuiu o gasto energético. Por outro lado, aumentou-se o consumo calórico. Em razão disso, Lancha Jr. defende a inclusão de atividade



física diária como uma necessidade e algo a ser priorizado em nossa sociedade. Para isso, o programa procura identificar as atividades físicas mais eficazes. Durante quatro meses, os participantes praticam exercícios físicos três vezes por semana e são submetidos a exames de acompanhamento.

A orientação nutricional e as indicações de restrições alimentares só acontecem no último mês do programa. Isso para que, nos três primeiros meses, possam ser feitas avaliações de ganho de massa muscular, redução da gordura corpórea e de outras variáveis, independentemente de dietas ou controle alimentar.

Cerca de 300 pessoas já participaram do programa. Nesses quatro anos, verificou-se que a atividade mais indicada para mudanças da composição corpórea são as moderadas, como as caminhadas, ao contrário da hipótese inicial da pesquisa, que suponha que atividades intensas, como musculação, seriam mais propícias. Segundo Lancha Jr, as caminhadas mostram-se mais eficazes por serem contínuas, enquanto atividades intensas necessitam

intervalos para descanso. “Uma hora de caminhada representa um gasto calórico de 300 calorias. Na musculação, o mesmo gasto requer tempo, esforço e resistência maiores”, explica o pesquisador.

Além da redução de gordura, os participantes do programa apresentam ao final dos quatro meses, ganho de massa muscular, diminuição do colesterol total e de outras condições, como as que predispõem os obesos à diabetes. Ao avaliar o posicionamento da gordura no corpo, verificou-se que a região abdominal é a mais afetada por esse tipo de atividade física.

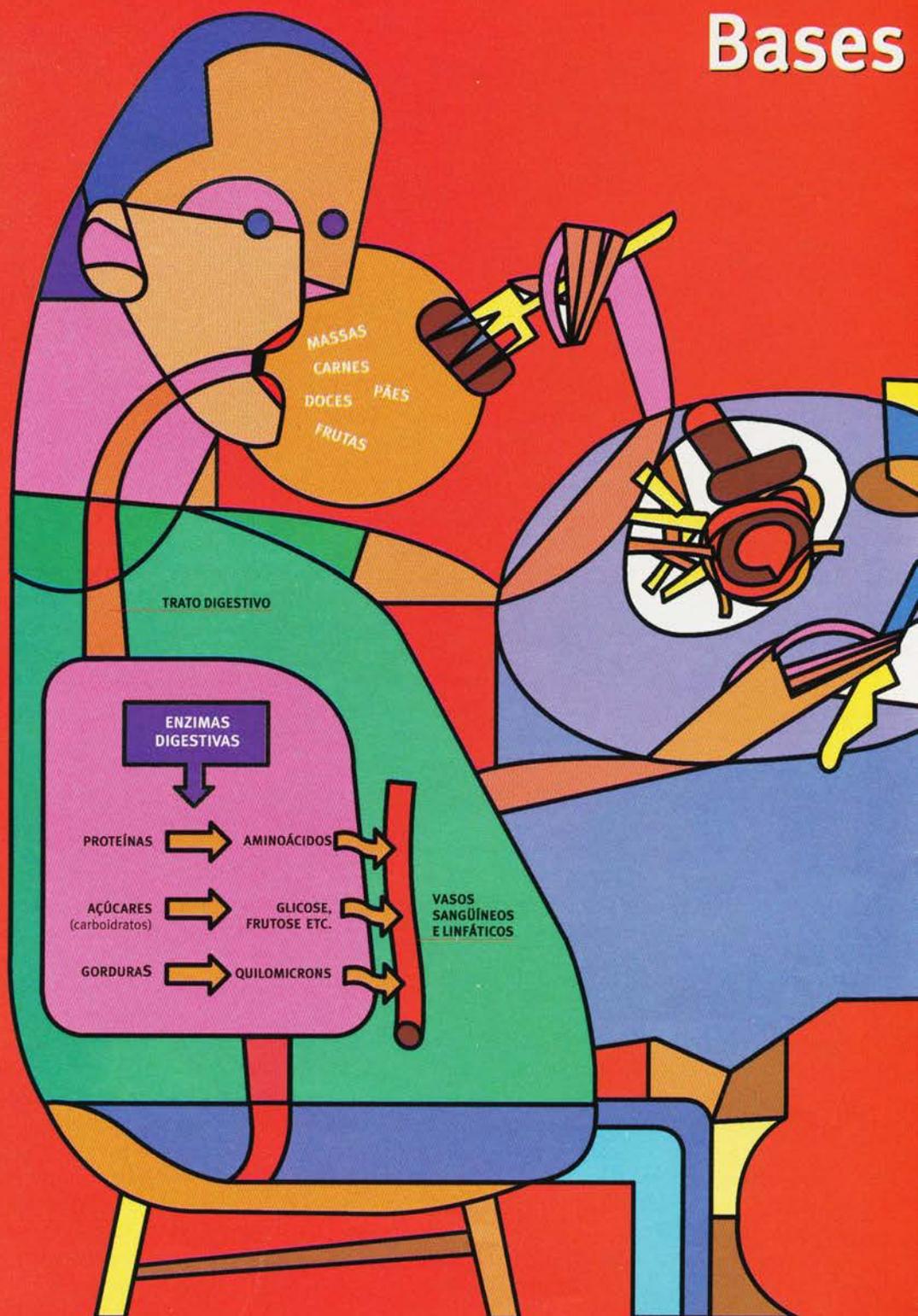
A equipe do Laboratório também está fazendo ensaios com ratos em laboratórios, nos quais reproduz o padrão alimentar dos obesos que atende. Os animais são, também, submetidos a diferentes atividades físicas. O objetivo é fazer análises teciduais e bioquímicas nos animais, para avaliar o efeito das atividades físicas, combinadas a restrições alimentares, em níveis não verificáveis em humanos.

Vera Rita Costa
Ciência Hoje/SP

Obesidade por

Bases

A obesidade, um sério problema de saúde pública em quase todo o mundo, é um tema em evidência nos meios de comunicação. Muito se comenta sobre suas causas, com destaque para os possíveis mecanismos genéticos envolvidos. Outra área de estudos, porém, é fundamental para a compreensão das origens dessa doença e para a definição de formas de tratamento: a bioquímica. Este artigo apresenta, de modo simplificado, os mecanismos bioquímicos da formação e acúmulo de gorduras em uma pessoa normal, mostrando como o organismo reage aos descontroles e exageros alimentares.



Débora Foguel e Hatisaburo Masuda
Departamento de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

que engordamos?

bioquímicas da formação de gorduras

O que acontece quando ingerimos uma quantidade de alimento (proteínas, açúcares e gorduras) acima da necessidade momentânea de energia? Na verdade, o organismo preserva a energia contida em todos os alimentos – o combustível do corpo – ingeridos em excesso sob a forma de glicogênio (substância composta por longas cadeias de glicose, estocada no fígado e nos músculos) e de gordura (estocada no chamado tecido adiposo). Tais estoques podem ser facilmente mobilizados quando precisamos de energia, como no período entre as refeições ou durante uma atividade física mais forte. Isso não é novidade para ninguém. O senso comum diz que engorda quem come em excesso e emagrece quem come de menos, mas essas afirmações, embora verdadeiras, não explicam como isso acontece no interior do organismo.

Figura 1. Os alimentos ingeridos são quebrados por enzimas digestivas em moléculas menores, o que permite sua absorção pelos vasos sanguíneos e linfáticos

É evidente que, para serem estocados na forma de glicogênio e gorduras, os nutrientes que comemos devem sofrer transformações. Esse processo tem início com a digestão dos alimentos, a partir da boca e ao longo do trato digestivo, realizada por enzimas digestivas (figura 1). A digestão transforma todos os alimentos em unidades menores, facilmente absorvidas, no intestino, pelos vasos sanguíneos e pelo sistema linfático. Assim, a carne dá origem a aminoácidos e gorduras e os alimentos ricos em carboidratos (arroz, massas, doces, frutas e outros) geram moléculas de açúcares de tamanho pequeno como frutose, glicose e outras.

Figura 2. Enquanto a insulina estimula as vias de biossíntese (formação de outras moléculas a partir da glicose), o glucagon estimula as vias de degradação (quebra do glicogênio, gerando glicose)

A variação transitória no teor de glicose no sangue atua como um 'sinalizador' para muitas reações metabólicas. Assim, quando há aumento dessa concentração, ocorre a liberação, pelo pâncreas, do hormônio insulina. Este tem várias funções, e uma delas é dar às células o 'sinal' para que direcionem seu metabolismo para a síntese de glicogênio e gorduras, produtos apropriados para estocagem. Já quando a glicose sanguínea cai abaixo do normal, outro hormônio, o glucagon, é liberado também pelo pâncreas, avisando às células que é hora de utilizar os compostos anteriormente armazenados. A insulina, portanto, é

o hormônio que estimula as vias de biossíntese, enquanto o glucagon é o hormônio que estimula as vias de degradação (figura 2).

Para melhor entender como um indivíduo engorda além do que seria 'normal', podemos tomar como exemplo as células do fígado (hepatócitos), já que muitas das reações metabólicas envolvidas nesse processo são ali realizadas. Essas reações também acontecem nas células de outros tecidos.

A glicose como fonte de energia

Se o excesso de glicose é perigoso para a saúde, essa forma muito simples de açúcar é também fundamental para que as células realizem todas as atividades metabólicas indispensáveis à vida. Isso porque a glicose é uma peça fundamental da série de reações que produz a adenosina-trifosfato (ATP), a molécula que contém a energia química que as células usam para realizar um trabalho físico (como a contração muscular) ou químico (a síntese de substâncias a partir de outras mais simples).

A glicose entra na célula hepática (figura 3) com a ajuda de uma proteína transportadora chamada GLUT, presente na membrana celular, e é imediatamente fosforilada (ganha uma molécula de fosfato) pela enzima hexocinase. A molécula de fosfato liga-se a um dos seis átomos de carbono da molécula de glicose, gerando a chamada glicose-6-fosfato. Essa alteração impede a glicose de sair da célula, pois sua forma fosforilada não pode atravessar a membrana celular. Em seguida, a glicose-6-fosfato é quebrada, através de uma série de reações, gerando duas moléculas

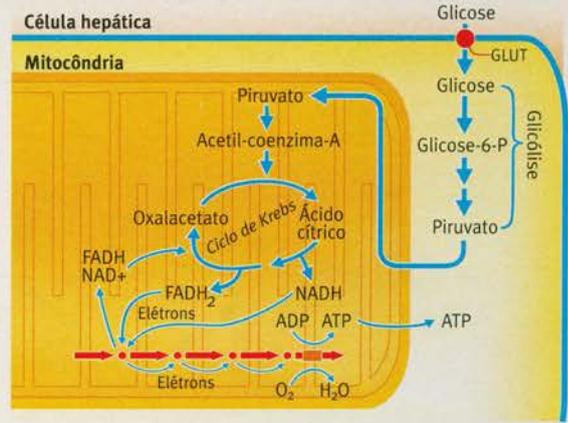


Figura 3. Aproveitamento da glicose, nas células hepáticas e em suas mitocôndrias, para a produção de ATP, molécula que transporta a energia usada pelas células

de piruvato, cada uma com três átomos de carbono. Toda essa seqüência, conhecida como glicólise (quebra da glicose), ocorre no citoplasma das células. A próxima etapa é a entrada do piruvato na mitocôndria, uma estrutura presente nas células, onde ocorre – em sua maior parte – a síntese de ATP, a molécula que transporta a energia química do organismo. Essa molécula cede energia, por exemplo, para a contração das células musculares durante um exercício físico, ou para a formação nas células de moléculas mais complexas (gorduras, proteínas, glicogênio e outras). A grande maioria das atividades biológicas que requerem gasto de energia usam o ATP como fonte energética, e este é obtido, por exemplo, às custas da quebra da glicose.

No interior da mitocôndria, o piruvato é transformado em outra molécula, a acetil-coenzima-A, e esta participa, em seguida, de uma seqüência de reações químicas conhecida como ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico – esse nome homenageia o bioquímico alemão Hans Krebs (1900-1981), que juntou as peças do quebra-cabeças e encadeou as reações desse ciclo. Tais reações, embora interessantes, não serão pormenorizadas aqui, já que de todo o ciclo de Krebs o único detalhe que interessa para o tema de que estamos tratando é a formação de duas importantes moléculas, flavina-adenina-dinucleotídeo ($FADH_2$) e nicotinamida-adenina-dinucleotídeo (NADH).

Essas moléculas aceitam elétrons trazidos pelo piruvato (que em última análise vêm da glicose) e os entregam à chamada 'cadeia de transporte de elétrons', que forma ATP, a moeda energética das células. Após sua geração no ciclo de Krebs, as moléculas de NADH e $FADH_2$ vão até a cadeia de transporte de elétrons, localizada na membrana interna da mitocôndria, e despejam os elétrons recebidos. Tais elétrons serão, ao final dessa cadeia, entregues ao O_2 (oxigênio obtido durante a respiração), mas durante o processo ocorre a síntese de ATP, a partir de moléculas de adenosina-difosfato (ADP). Esse processo simultâneo é denominado fosforilação oxidativa, pois o ADP transforma-se em



ATP ao ganhar mais uma molécula de fosfato.

Depois da entrega dos elétrons, os NAD^+ e $FADH$ (agora descarregados) retornam ao ciclo de Krebs, onde receberão mais elétrons e continuarão a transferência. Na verdade, o processo de síntese de ATP é bem mais complexo, envolvendo diversos outros compostos, mas essa descrição sucinta é suficiente para a compreensão da questão do consumo excessivo de alimentos e da obesidade. O que foi descrito até agora baseia-se nas células do fígado, mas esses processos de produção de ATP também ocorrem de modo semelhante no cérebro, nos músculos e nos demais tecidos do corpo.

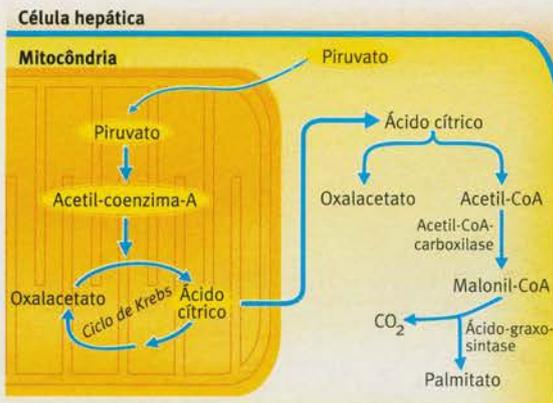
O destino do excesso de glicose

Mas o que tudo isso tem a ver com a obesidade? Na verdade, grande parte da gordura que acumulamos naqueles 'pneus' abdominais tão indesejáveis resulta da transformação do excesso de glicose em gordura. Isso ocorre quando a ingestão de açúcar é muito grande. É do conhecimento geral que os alimentos que engordam são os doces, a batata, o arroz e outros, que transformam-se em sua maior parte em glicose quando digeridos. Mas por que essa glicose é acumulada em forma de gordura?

A resposta está no excesso alimentar. A formação de gorduras começa (figura 4) quando a célula recebe glicose em excesso, produzindo também piruvato em demasia. Este, ao entrar na mitocôndria, leva a uma produção exagerada de acetil-coenzima-A, o que acelera muito o funcionamento do ciclo de Krebs e, em consequência, faz a cadeia de transporte de elétrons e a fosforilação oxidativa funcionarem também mais depressa, elevando os níveis de ATP celular. Com o acúmulo de ATP e também dos compostos NADH e $FADH_2$, o excesso de ácido cítrico – que continua a ser produzido no ciclo de Krebs diante da oferta contínua de piruvato – acaba sendo 'jogado' para fora da mitocôndria (para o citoplasma celular), já que esse composto pode atravessar a membrana mitocondrial.

Já no citoplasma da célula, o ácido cítrico é quebrado (por uma enzima celular) em acetil-coenzima-A e em oxaloacetato. Estando fora da

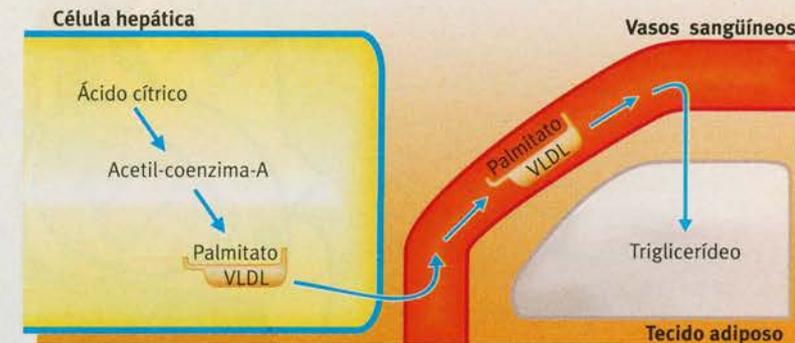
Figura 4. Quando a glicose é ingerida em excesso, a produção extra de ácido cítrico, no ciclo de Krebs, é bombeada para fora da mitocôndria, levando à produção de palmitato, molécula básica para a formação das gorduras



mitocôndria, a acetil-coenzima-A segue outro caminho, gerando com a ajuda de outra enzima (acetil-coenzima-A-carboxilase) a malonil-coenzima-A, composto utilizado pela célula para a produção do palmitato, o principal ácido graxo de reserva do organismo humano, que fará parte da composição das gorduras armazenadas no tecido adiposo – como, por exemplo, os tais ‘pneus’ na cintura.

A síntese de palmitato é realizada por uma enzima conhecida pelo nome de ácido-graxo-sintase, presente no citoplasma da célula. Essa enzima é surpreendente, já que apresenta diversas atividades enzimáticas, reunidas no mesmo complexo protéico (as enzimas são proteínas que catalisam reações químicas), funcionando como uma verdadeira fábrica de palmitato. Em última análise, o que ela faz é unir sucessivamente moléculas pequenas de dois átomos de carbono até formar o palmitato, que tem 16 desses átomos. Mas a ácido-graxo-sintase usa nessa fabricação moléculas de malonil-coenzima-A, que têm três átomos de carbono, e apenas dois são aproveitados a cada ciclo de crescimento da molécula de palmitato. Com isso, em cada ciclo desses ocorre a perda de um átomo de carbono, na forma de CO₂ (gás carbônico).

O palmitato, finalmente, é transportado do fígado (no nosso exemplo) para o tecido adiposo (figura 5), onde é armazenado sob a forma de triglicerídeos – as gorduras propriamente ditas. Estas são simplesmente ácidos graxos associados a uma molécula de glicerol. O transporte do palmitato através da corrente sanguínea é realizado por proteínas transportadoras de lipídeos (lipoproteínas) conhecidas como VLDL (do inglês *very low density lipoprotein*), junto com as eventuais gorduras absorvidas diretamente dos alimentos. Após a entrega de triglicerídeos e ácidos graxos ao tecido adiposo, as VLDL transformam-se em HDL (de *high density lipoprotein*) e retornam aos locais de produção. Os triglicerídeos que chegam prontos, nos alimentos, são transportados por quilomicrons (outro tipo de lipoproteína) do intesti-



no até o fígado pelos vasos linfáticos, onde as VLDL encarregam-se de levá-los para o tecido adiposo.

Ao longo deste artigo vimos como o excesso de glicose é transformado em ácidos graxos e estes são estocados no tecido adiposo na forma de triglicerídeos. Os triglicerídeos podem ser reconvertidos em ácidos graxos quando cai a taxa de glicose no sangue. Nesse caso, os ácidos graxos viajam pela corrente sanguínea, sendo captados pelos tecidos ‘famintos’. Dentro das células, eles são quebrados, através de um processo conhecido como beta-oxidação, em acetil-coenzima-A, que também será utilizada no ciclo de Krebs. A beta-oxidação, por si só, gera muito NADH e FADH₂, que se somarão aos gerados no ciclo de Krebs – isso mostra que os ácidos graxos são compostos altamente energéticos. Como visto, os NADH e FADH₂ entregam elétrons à cadeia transportadora de elétrons, levando à produção de ATP.

Assim, os ácidos graxos estocados como triglicerídeos podem contribuir na oferta de energia para as nossas células em uma situação de baixa de glicose ou, como não deve ser esquecido, quando nossos músculos são exigidos e necessitam de muita energia para suas contrações. Fica claro, portanto, que a atividade física, por requerer grande quantidade de ATP, pode levar ao consumo de nossas reservas de gordura, resultando no emagrecimento. Para nossa tristeza, porém, os estudos científicos têm mostrado que parece ser mais fácil engordar do que emagrecer. ■

Figura 5. O palmitato produzido no citoplasma celular é transportado através da corrente sanguínea, pela lipoproteína conhecida como VLDL, até o tecido adiposo, onde é estocada sob a forma de triglicerídeo

Sugestões para leitura

NELSON, D. L. & COX, M. M. *Lehninger principles of biochemistry*, Nova York, Worth Publishers, 2000.

Um achado promissor

A leptina (o nome veio do grego *leptos*, que significa magro), um hormônio protéico produzido pelas células do tecido adiposo, foi descoberto em 1994 como um fator sanguíneo em ratos normais, que não apresentavam sobrepeso. Esse hormônio atua no hipotálamo, inibindo o apetite. As células do tecido adiposo secretam a leptina tão logo suas reservas de triglicerídeos estejam com-

pletas, com o objetivo de sinalizar para o organismo que é hora de parar de comer. Constatou-se depois que a leptina é codificada pelo gene OB (de obeso), e que ratos com mutações nesse gene (tendo alterada a função da leptina) apresentam vários distúrbios metabólicos, como elevada taxa de corticosterona, incapacidade de manter a temperatura corporal e dificuldades no crescimento

e na reprodução. Além disso, esses ratos não controlam seu apetite e se tornam obesos (figura 6). Ao receber injeções de leptina, esses animais perdem peso, melhoram a locomoção e regulam a produção de calor. A descoberta desse hormônio controlador do apetite abriu várias possibilidades de pesquisa para a solução da obesidade em humanos.



Figura 6. O rato mutante (à direita), com a função da leptina alterada, não controla seu apetite e torna-se obeso

Comer muito não significa comer bem. A alimentação inadequada, em que faltam certos elementos nutricionais importantes, leva a uma condição conhecida como 'fome oculta'. Esse problema é hoje um dos fatores relacionados ao aumento dos casos de obesidade e de grande parte das doenças crônicas degenerativas, como hipertensão, distúrbios cardiovasculares e certos tipos de câncer, além de ser responsável por distúrbios como certas anemias que afetam grande parte da população brasileira, reduzindo o aproveitamento escolar e a eficiência produtiva de adultos.



Fome a grande

A sensação de fome, de estômago 'vazio', é conhecida por todos.

Ela resulta do processamento, no cérebro, de certos sinais enviados pelo organismo. Um dos sinais mais importantes para o controle do mecanismo de fome e saciedade está nos teores de glicose no sangue. A ingestão de alimentos, dos quais o organismo obtém glicose, induz a um aumento do teor desse açúcar na corrente sangüínea. A glicose, levada pelo sangue arterial, é em parte aproveitada nos tecidos. Com isso, a concentração da substância é menor no sangue venoso (o que deixa os tecidos) do que no arterial. Essa diferença entre a glicemia arterial e a venosa regula, em parte, as sensações de fome e de saciedade, ao estimular o chamado 'centro da fome', situado em regiões do hipotálamo, no cérebro.

Hoje, admitem-se outras vias de controle para esse mecanismo, como a hipótese lipostática, segundo a qual substâncias liberadas pelo tecido adiposo atuam como um hormônio que, ligando-se a receptores no estômago ou no intestino, também gerariam sinais importantes. O sistema nervoso periférico (ou somático) e o sistema nervoso autônomo (vegetativo) encaminhariam as informações para o sistema nervoso central, que produziria as 'respostas' de fome ou não.

Rebeca C. de Angelis

*Instituto de Ciências Biomédicas,
Universidade de São Paulo**

* Professora aposentada



oculta, vilã nutricional

Vários neuropeptídios (proteínas) encontrados no hipotálamo foram identificados recentemente como 'estimuladores do apetite': alguns geram o apetite e outros geram a sensação de saciedade. A leptina, por exemplo, um hormônio protéico produzido em células do tecido adiposo, controla outros neuropeptídios. Foi constatado que, no início de um processo de obesidade, ocorre aumento da produção de leptina pelas células de gordura. Esse hormônio, ao ativar seus receptores hipotalâmicos, inibe outros peptídios, estimuladores do apetite, estabelecendo a saciedade. Quando a produção de leptina diminui, os estimuladores do apetite não são inibidos, gerando a sensação de fome. Esse é, de modo sumário, o mecanismo da fome-saciedade.

A fome não detectada

O consumo de quantidades insuficientes de alimentos – ou seja, a desnutrição – é, lamentavelmente, um problema gravíssimo em muitos países, que também atinge grande parte da população brasileira, em especial as classes socioeconômicas menos favorecidas. Mas existe outro tipo de fome, que pode

não ser provocada pelo 'estômago vazio' e está se expandindo em todas as populações.

O problema decorre da falta de alguns nutrientes importantes, ou 'protetores', e atinge todas as classes sociais, desde os mais pobres (por alimentação insuficiente) até aqueles que dispõem de mesa farta (por hábitos alimentares inadequados). Nos dois casos, os indivíduos não consomem a quantidade adequada de certos nutrientes indispensáveis, mas isso não é 'percebido' pelo mecanismo interno de regulação da fome-saciedade. Ou seja, as pessoas não dispõem de 'sensores' que as alertem para essas necessidades específicas. É a 'fome oculta', ou 'fome insensível', que corrói o organismo e o deixa desprotegido.

Comprovação experimental

Experiências com ratos albinos realizadas por uma equipe de pesquisadores do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo e apresentadas (pela autora) no Congresso de Karlsruhe (Alemanha) em 1993, obtiveram resultados que mostram o grande perigo representado pela fome oculta. ▶



Em primeiro lugar, constatou-se, confirmando dados já conhecidos, que em condições normais os ratos não precisam de vitamina C em sua alimentação. Mas quando foi aumentada, na dieta dos ratos, a quantidade de gordura saturada e de nitrito (como ocorre com os humanos, que consomem muita gordura de origem animal, junto com os nitritos usados na preservação de alimentos), ocorreram alterações bioquímicas graves nos animais.

Verificou-se que, para evitar tais alterações, era necessário adicionar vitamina C e selênio à alimentação dos ratos. Isso significa que, em condições de agressão ao organismo (consumo em excesso de gordura animal e aditivos, comuns na alimentação humana), cresceram as exigências de nutrientes para a manutenção da normalidade, mas sem qualquer diferença nas sensações de fome e saciedade.

Outra série de experimentos verificou que animais submetidos a uma dieta isenta de vitamina B1 (tiamina) só começaram a apresentar sinais de deficiência nutricional após cerca de 30 dias. Esses animais foram 'recuperados' por 15 dias, através de uma dieta com quantidades adequadas de tiamina, e em seguida novamente submetidos à primeira dieta (isenta de B1). Os resultados foram surpreendentes. Se no primeiro período sem tiamina os sinais de deficiência demoraram 30 dias, no segundo período os animais entraram em deficiência grave, em alguns casos levando à morte, já no segundo dia.

A determinação dos teores de tiamina nos tecidos, em especial fígado e cérebro, revelou que o período de 15 dias de recuperação não foi suficiente para restabelecer os níveis normais da vitamina no organismo. Por isso, no segundo período de falta da

B1 o tempo de estabelecimento da deficiência grave foi drasticamente reduzido.

Nos seres humanos, essa condição de recuperação inadequada é muito comum, causada por exemplo por redução temporária do consumo de alimentos, por processos infecciosos (gripes, estresses fisiológicos e emocionais), situações de maior desgaste físico, agressões climáticas (frio ou calor intensos). Em todos esses casos deve ocorrer aumento das necessidades nutricionais, mas estas não são atendidas por não serem detectadas.

O flagelo da fome oculta

Os nutrientes repõem o que é gasto pelo organismo, mantendo todas as funções fisiológicas e a boa saúde dos indivíduos, em todas as faixas etárias.

Mas as pessoas nascem com um potencial genético característico, diferente para cada um. Isso torna alguns mais propensos a determinadas doenças e outros não.

Isso acontece porque todos os organismos submetidos a estresses precisam de nutrientes com diversas funções de defesa contra os riscos a que ficam expostos. São exemplos as agressões ao corpo provocadas por alimentação insuficiente ou pouco variada, estresse emocional, tipo de atividade física, doenças, hábitos não saudáveis como fumar, vida sedentária, radiações, drogas e outros fatores. Tudo isso aumenta a formação de radicais livres de oxigênio no organismo, que passa a exigir muito mais nutrientes com propriedades antioxidantes, mas essa necessidade fica oculta, sem dar sinais. Essa situação de estresse nutricional potencializa o risco genético para certas enfermidades presente em muitas pessoas.

Além disso, a fome oculta aumenta o risco de danos a vasos sanguíneos, reduz as defesas orgânicas contra agentes causadores de doenças e diminui a possibilidade de controle, no estado inicial, de processos cancerígenos e da aterosclerose. Existem muitas evidências epidemiológicas de enfermidades crônicas degenerativas ligadas a esse tipo de fome e da capacidade de proteção fornecida por uma alimentação variada e moderada, junto com hábitos saudáveis e atividade física moderada e rotineira.

A adoção de uma alimentação variada e moderada deveria ser ensinada às crianças desde a época do desmame, como algo natural e sem sacrifícios, em vez de aguardar o aparecimento de doenças cardiovasculares e tumores para, então, tentar mudar uma conduta já arraigada. Além de ser difícil de fazer, essa mudança de vida vai acontecer tarde demais, quando a doença já se instalou e está evoluindo. ■

Sugestões para leitura

- DE ANGELIS, R. C.
Fome oculta. Impacto para a população do Brasil, São Paulo, Editora Atheneu, 1999.
- ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE.
As condições de saúde nas Américas, 1998.
- DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. e MARCHINI, J. S.
'Levantamentos bibliográficos de estudos sobre micronutrientes no Brasil' in Cadernos de Nutrição da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, v. 8, p. 31, 1994.

Obesidade na infância e na adolescência

Um sério problema de saúde em adultos, a obesidade pode surgir já em crianças e adolescentes, em função de comportamentos alimentares inadequados, adquiridos às vezes desde o berço. O tratamento da doença nessas faixas de idade exige a mudança de atitudes e hábitos não só dos pacientes, mas em geral de toda a família, e envolve a participação de profissionais de várias disciplinas.

Mauro Fisberg
Centro de Adolescentes,
Universidade Federal
de São Paulo e Centro
de Nutrição e Saúde,
Universidade São Marcos



A obesidade talvez seja uma das enfermidades mais antigas do ser humano. Em muitos desenhos preservados em cavernas, homens pré-históricos aparentam ter peso excessivo para sua altura. Uma das possíveis causas disso seria a ingestão, pelos humanos primitivos, de enormes quantidades de alimentos, quando disponíveis, com o objetivo de armazenar energia para sobreviver em um meio inóspito.

Mais tarde, os hábitos alimentares passaram a seguir outras normas e costumes, e um dos principais motivos da mudança foi a adoção de novos padrões estéticos para o corpo humano. Nas sociedades antigas – gregas, romanas, babilônicas – e em outros povos, o sucesso econômico era associado a um corpo roliço, com excesso de tecido adiposo. Refeições gigantescas eram a regra. Na Idade Média e na Renascença, o padrão feminino

privilegiava a mulher de formas arredondadas, matronais e sensuais ao mesmo tempo. Os pintores impressionistas mostram em suas telas mulheres às vezes cadavéricas, às vezes com pesos enormes.

Tudo isso mudou nos anos 60, quando as pessoas passaram a buscar um corpo magro e atlético. A idéia da geração saúde levou inclusive a extremos causadores de anorexia (falta de apetite) mortal. No mundo voltado para a ginástica, o obeso tornou-se um pária, visão reforçada pela proliferação de estudos que associam o peso excessivo a riscos cardiovasculares, respiratórios e ortopédicos. De padrão de beleza a vilão dos tempos modernos, o obeso sofre hoje com o preconceito e é presa fácil de muitos exploradores, que prometem a fórmula mágica do emagrecimento sem esforço.

Segundo essas promessas, tudo tem influência sobre o corpo do obeso: o Sol, as marés, as estrelas, a Lua, os alimentos, a água, deixar de comer, comer só alguns itens, exercícios estafantes e macas que fazem o exercício pelo paciente. A exploração não se limita à alimentação. Há lojas de roupas para gordos, *design* específico de objetos, móveis especiais. Todos têm uma receita milagrosa para a eliminação da gordura e 'especialistas' receitam drogas suicidas para controlar o apetite pantagruélico.

Essas mudanças de padrões também envolveram as crianças. Nos anos 50 e 60, no auge da explosão do aleitamento artificial e dos engrossantes, bebês gordos eram sinônimo de saúde perfeita. Ainda existem defensores da imagem do bebê rechonchudo como sadio e belo. No entanto, também são comuns os preconceitos da equipe de saúde e da população que convive com a criança: o obeso é hostilizado e marginalizado, afastando-se do convívio social e esportivo, o que agrava o processo.

Doença de ricos e pobres

A obesidade pode ser considerada um acúmulo de tecido gorduroso, localizado em certas partes ou em todo o corpo, causado por distúrbios genéticos ou metabólicos (hormonais), ou por alterações nutricionais. Na verdade, a condição responsável



por praticamente todos os casos de obesidade é o excesso de consumo de alimentos ricos em gorduras e calorias, associado a uma redução acentuada da atividade física.

Esse acúmulo de gorduras é favorecido por todo um sistema de vida inadequado, comum no mundo moderno: sedentarismo, hábitos familiares ruins, alimentação nutricionalmente desequilibrada, com excesso de carboidratos, refeições cada vez mais rápidas e consumo descontrolado de doces e outros produtos altamente calóricos.

A obesidade está entre as patologias nutricionais cujas estatísticas mais crescem, não só nas nações ricas, mas também nos países em desenvolvimento. Em sociedades mais abastadas o avanço da doença vem sendo assustador, em especial nas classes menos favorecidas. Assim, enquanto a moda atual prega a postura de 'ser saudável' e adota a estética do manequim esquelético, milhares de pessoas sofrem com um peso excessivo, desde os bairros mais elegantes de cidades norte-americanas ou européias até as favelas da periferia das grandes cidades brasileiras.

No caso da população infantil brasileira, os dados mais recentes, publicados em 1990 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (Inan) revelam, com base no índice de massa corporal, que apenas 7% das crianças de zero a 10 anos apresentam algum grau de obesidade. Na mesma pesquisa, porém, o percentual de adolescentes (10 a 19 anos) com excesso de peso aumentou bastante, em especial no Sul do país, enquanto na população adulta o problema afeta um em cada três indivíduos.



Causas da obesidade precoce

A importância da obesidade de início precoce, na infância e na adolescência, está na maior possibilidade de que o paciente mantenha a enfermidade até a vida adulta. Se em idades menores o problema não é tão grave, no adulto a situação é de risco e leva a aumento da mortalidade, pela associação com

doenças cardiovasculares (hipertensão, derrames, infartos) e alterações metabólicas. A obesidade na infância também facilita a detecção precoce da doença e a análise de sua evolução e de seus antecedentes (neonatais familiares e alimentares), o que pode beneficiar seu controle em adultos.

Alguns fatores são determinantes para que uma criança se torne obesa. abandono precoce do leite materno e introdução inadequada de alimentos, uso de fórmulas lácteas impróprias, distúrbios do comportamento alimentar e relação familiar instável. No caso do adolescente somam-se a isso as alterações do período de transição para a idade adulta, a baixa auto-estima, o sedentarismo, lanches em excesso mal balanceados e a enorme suscetibilidade à propaganda consumista. A obesidade gera alguns riscos para o atendimento da criança e do adolescente porque muitas vezes é detectada tarde.

O sobrepeso ou obesidade afeta de 4% a 5% dos menores de 12 anos atendidos em consultas de triagem médica no Hospital-Escola da Escola Paulista de Medicina. Entre as mães dessas crianças consta que quase 34% de sobrepeso ou obesidade. O critério usado para o diagnóstico da obesidade na criança é a relação peso/estatura, superior a 120% das recomendações da tabela de referência para peso e altura. Em adolescentes, pode ser usado o índice de massa corporal, em que o peso (em kg) é dividido pela altura (em metros ao quadrado) ($IMC = P / A^2$). É considerado obeso o adolescente que estiver acima dos padrões das curvas para a idade e o sexo. No adulto, um valor acima de 25 kg/m^2 indica excesso de peso e acima de 30 kg/m^2 indica obesidade.



tra) e em seguida encaminhado para avaliação sistemática, com nutricionistas, psicólogos, fisioterapeutas, fonoaudiólogos e professores de educação física. Estes determinarão um programa de atividades educacionais, exames de laboratório e orientações nutricionais além de um projeto de condicionamento físico.

As previsões sobre os efeitos futuros da obesidade na infância são controversas: alguns estudos revelam que cerca de 30% das crianças obesas podem vir a ser adultos obesos. No entanto, se o adolescente for obeso, a chance de que ele continue com a doença quando adulto é de mais de 80%.

Outras análises mostram que quanto menor a idade em que a obesidade se manifesta e quanto maior sua intensidade maior a chance de que a criança seja um adolescente e um adulto obeso. Já estudos retrospectivos indicam que mais da metade dos adultos obesos já tinha o problema na infância ou na adolescência. Por tudo isso, o tratamento da obesidade é complexo.

Na infância, os principais riscos que a obesidade traz para a saúde são elevação das taxas de triglicérides e colesterol, aumento da pressão sanguínea e alterações ortopédicas, dermatológicas e respiratórias. As mudanças nos hábitos alimentares, no tipo de vida e na atividade física devem contar com a participação de toda a família, para surtirem efeito. O tratamento deve levar em conta a idade e a potencialidade da criança, além de sua estrutura familiar.

Assim, as normas gerais do tratamento do obeso devem atender a três condições: 1) uma dieta balanceada, que assegure crescimento adequado e manutenção do peso com a conseqüente redução dos índices de massa corpórea, e que seja de fácil uso, baixo custo e possível de ser mantida por longo tempo; 2) exercícios físicos controlados; e 3) apoio emocional, individual e familiar. A modificação dos comportamentos de toda a família facilita a adesão da criança ou do adolescente ao tratamento e a alteração de seus hábitos inadequados. ■

Mudar hábitos como tratamento

O objetivo principal do tratamento da obesidade não é a perda de peso imediata do paciente, mas sua reeducação para a vida. O tratamento segue uma programação multidisciplinar baseada na modificação de comportamentos, da criança e da família. Os resultados não são imediatos, sendo conseguidos apenas a longo prazo, e a adoção de novos hábitos ajuda a manter o que foi conseguido.

No Centro de Nutrição e Saúde da Universidade São Marcos em São Paulo (SP) por exemplo, o paciente obeso é atendido pelo clínico (ou pelo pedia-

Sugestões para leitura

- FISBERG, M. *Obesidade na infância e adolescência*, Ed. Fundação Byk, Porto Alegre, 1995.
- FONSECA, V., SICHIERI, R. & VEIGA, G. L. 'Fatores associados à obesidade em adolescentes' *in Revista Saúde Pública*, v. 32(6), p. 541, 1998.
- MANTOANELLI, G. & BITTENCOURT V. B. 'Educação nutricional: uma resposta ao problema da obesidade em adolescentes' *in Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano*, v. 7(2), p. 85, 1997.

A linguagem, seja verbal, escrita ou outras, permite ao ser humano expressar qualquer pensamento, o que faz dela a base de todo o conhecimento. Apesar disso, a ciência que a estuda, a lingüística, é pouco conhecida, embora tenha sido a primeira disciplina de humanidades a ganhar status científico. Conhecer um pouco da história dessa ciência – e a importância do estudo da linguagem – é o objetivo deste artigo.

O FANTÁ D'A LIN



HP3
bazar
C&C
L&L
B
A

Aldo Bizzocchi

Programa de Mestrado
em Comunicação,
Fundação Cásper Líbero (São Paulo)

STICO MUNDO GUAGEM

Quando se fala em ciência, as pessoas pensam logo nas ciências naturais, como física, astronomia, biologia, e esquecem que as disciplinas de humanidades também são ciências. Hoje, porém, a maioria das ciências humanas tem rigor metodológico comparável ao das ciências naturais e usa ferramentas como a lógica e a matemática para descrever seus objetos de estudo e construir teorias complexas.

Para que as ciências humanas adquirissem esse rigor, foi decisiva a contribuição da lingüística. Ela foi a primeira dessas disciplinas a se constituir como ciência, no final do século 18, com método e objeto próprios e bem definidos, emprestando depois às demais o seu método de pesquisa. Para entender como isso ocorreu, podemos fazer uma viagem no tempo, desde a Antigüidade, quando a curiosidade sobre a linguagem humana começou a inquietar os filósofos e sábios, até os dias atuais.

Na verdade, a linguagem é tão importante que, sem ela, não seríamos capazes de pensar, pois todo pensamento estrutura-se na forma de alguma linguagem, seja ela verbal, visual, gestual etc. O filósofo grego Parmênides (535-450 a.C.) já dizia que “ser e pensar são uma só e a mesma coisa”, idéia reafirmada pelo filósofo francês René Descartes (1596-1650) na famosa frase “penso, logo existo”.

Não é à toa que em várias doutrinas o conceito de existência está intimamente ligado à palavra: o filósofo grego Heráclito (540-480 a.C.) chamou de *logos* ('palavra', em grego) o princípio universal do 'ser', ao mesmo tempo palavra e pensamento. Na mesma linha a Bíblia afirma, no Gênesis, que no princípio era o 'verbo', ou seja, a palavra, ligando o conceito de linguagem diretamente à própria idéia da 'criação' (ou existência). Se é impossível, como destaca a filosofia da ciência, conhecer a realidade 'em si', mas apenas construir uma imagem dela, ▶

baseada em nossos sentidos e em nosso pensamento, e se pensamento é linguagem, então a linguagem é a base para todo o conhecimento humano sobre a natureza e o próprio homem. Apesar disso, a ciência que a estuda, a lingüística, ainda é pouco conhecida.

Quando se discute a questão da linguagem, a primeira pergunta é: “Por que o homem fala?” Na verdade, todos os animais usam alguma forma de linguagem, mas os diversos ruídos que produzem só expressam idéias genéricas de sentimentos, como fome, dor ou medo. O homem é o único a usar uma linguagem articulada, capaz de expressar todas as nuances do pensamento, inclusive conceitos abstratos.

Várias teorias tentam explicar como o homem passou de grunhidos isolados a um sistema de elementos articulados (as palavras) que se combinam por um conjunto de regras (a gramática), formando conceitos complexos. A explicação mais recente é a ‘teoria da torre de Babel’, inspirada na lenda bíblica segundo a qual, no princípio, todos os homens falavam a mesma língua, que teria sido confundida por Deus como castigo à ambição humana de atingir o céu construindo uma torre.

Segundo a teoria da torre de Babel, a capacidade humana para desenvolver uma linguagem é produto da herança genética: todos, ao nascer, são capazes de aprender qualquer linguagem. Se nós, brasileiros, falamos português, é porque essa é a primeira língua que nos ensinam na infância. Essa capacidade já devia estar presente nos ancestrais da espécie humana, os hominídeos, há alguns milhões de anos. É claro que os hominídeos mais primitivos apenas grunhiam, mas com o tempo e a evolução biológica eles passaram a andar eretos, a fabricar instrumentos e a falar.

A fala articulada resultaria, portanto, de uma lenta evolução a partir de um código primitivo de grunhidos. Isso sugere que a primeira língua humana teria surgido em apenas um grupo de hominídeos, fragmentando-se em muitos dialetos à medida que a população humana espalhou-se pela Terra. Essa língua-mãe de todos os idiomas, que os lingüistas chamam de *proto-world*, teria sido falada há vários milhares de anos.

A ORIGEM DOS ESTUDOS LINGÜÍSTICOS

A primeira descrição minuciosa e sistemática de um idioma foi realizada por volta do século 6 a.C. por um indiano chamado Panini. Ele elaborou uma gramática do sânscrito, língua sagrada da Índia. Mas só na Grécia antiga, a partir do século 5 a.C., teve início, de fato, a especulação racional sobre a linguagem. Como para os filósofos gregos linguagem e pensamento eram a mesma coisa, compreender o pensamento exigia estudar a linguagem. Aristóteles (384-322 a.C.), por exemplo, ao propor suas categorias do pensamento (substância, atributo, ação etc.), estava de fato propondo o que é hoje conhecido como classes gramaticais: substantivo, adjetivo, verbo etc.

É curioso que a preocupação com o estudo da língua de uma civilização nunca ocorre quando ela está em seu apogeu, mas só durante sua decadência. Tal estudo assume, assim, um caráter de resgate do período áureo daquela civilização, marcado pela influência de grandes autores, os chamados ‘clássicos’. Quando o grego foi estudado de modo sistemático, no século 4 a.C., a civilização grega não estava mais no auge. Cidades que um século antes eram os centros da civilização helênica, como Atenas, já viviam sob o domínio do rei macedônio Alexandre, o Grande. Ele também dominava o Egito, onde fundou a cidade de Alexandria, que se tornou logo um pólo cultural famoso por sua biblioteca e pelos sábios que lá trabalhavam.

Esses sábios iniciaram os estudos do grego. Eles formularam a hipótese, hoje chamada de concepção ‘clássica’ ou ‘imperial’, de que as línguas, como os impérios, apresentam três fases: a) a de formação, em que a língua, pobre e rude, é falada por pastores e camponeses, e surgem os primeiros autores; b) a de apogeu, quando surgem os grandes autores, por isso chamados de ‘clássicos’; e c) a de decadência, em que a língua começa a se degenerar e diminui a qualidade da produção literária.

Em resumo, toda língua de cultura passaria por três estágios: arcaico, clássico e tardio. Não por acaso, o período clássico coincidiria com a fase de apogeu político e econômico do Estado em que é falada. Essa concepção levou os sábios alexandrinos a elegerem o grego do século 5 a.C., auge do poderio político e econômico de Atenas, como o modelo de língua a ser seguido. A gramática, definida como a ‘arte de escrever com correção e elegância’, tinha caráter eminentemente normativo, ou seja, era um conjunto de regras a ser seguido por todos os que pretendessem escrever bem.

As regras eram definidas pelo modo como os



B
 A
 S
 O,
 l
 o
 g
 o
 e
 x
 i
 s
 t
 o...
 癸
 丑
 年
 壬
 午
 戊

‘clássicos’ haviam usado a língua. Mas existiam diferentes versões dos mesmos textos clássicos, muitas com passagens obscuras, em função das mudanças sofridas pela língua. Para estabelecer as regras, portanto, os gramáticos precisavam escolher em que versão se baseariam. Para resolver esses problemas, os sábios de Alexandria criaram também a filologia. Só que, para estabelecer qual dentre as muitas versões de uma obra era a mais confiável, os filólogos se valiam das regras da gramática, caindo assim em um círculo vicioso interminável.

Mesmo ultrapassada, a concepção clássica de língua ainda está presente. Por isso Camões ou Machado de Assis são tidos como clássicos da língua portuguesa – estaríamos, portanto, vivendo a ‘decadência’ dessa língua – e vemos os índios como primitivos, com uma cultura e uma língua ‘arcaicas’. Esse conceito errôneo tem levado a tragédias, como o extermínio de populações ‘primitivas’, tidas como inferiores, por populações que se acham mais avançadas, ou superiores.

Veio também da Grécia antiga a primeira concepção de signo lingüístico, definido por Aristóteles como um som com significado estabelecido. Assim, a palavra ‘cão’, por exemplo, representa esse animal por uma convenção estabelecida entre os falantes. Platão (428-347 a.C.), outro filósofo grego, dizia existirem duas realidades: a imanente, ou ‘mundo real’, e a transcendente, ou ‘mundo ideal’. O mundo real, ou das ‘coisas’ (*res*, em latim), é o que habitamos, e o ideal, ou mundo das ‘idéias’ (*ideae*, em latim), é o das formas sem substância, só atingível pelo pensamento. Os signos seriam objetos do mundo real (coisas) que representam objetos do mundo ideal (idéias).

LÍNGUA E SIGNO NA IDADE MÉDIA E NA RENASCENÇA

Todo o conhecimento da Idade Média, época de grande obscurantismo cultural, era aquele herdado da tradição greco-romana, conservado basicamente nos mosteiros por monges que copiavam os antigos escritos gregos e latinos. O domínio da doutrina cristã nesse período acabou influenciando as idéias dos filósofos antigos, inclusive sobre a linguagem. A grande síntese do pensamento medieval foi feita no século 13 por São Tomás de Aquino, que adaptou, em sua *Suma Teológica*, as idéias de Aristóteles aos dogmas da Igreja.

Na época, uma questão essencial agitava o meio eclesiástico: adorar imagens é ou não pecado? Um dos chamados Dez Mandamentos diz que não se deve construir nem adorar imagens da divindade, mas os templos católicos sempre foram decorados

com imagens de Cristo e dos santos. Para resolver a questão, São Tomás propôs que adorar imagens de Deus e dos santos enquanto objetos em si é um pecado, mas se estas são vistas como representações (signos) da divindade, então não é pecado, pois a adoração é dirigida não à imagem, mas à divindade representada. Com isso, São Tomás de certa forma antecipou a concepção ‘metonímica’ de signo: “O signo é a parte menor, material e visível, de uma realidade maior, imaterial e invisível”.

Na Renascença, a noção do signo como uma parte do que ele representa foi substituída por uma concepção que enfatizava seu caráter material. Todo signo, para os renascentistas, é signo de alguma coisa. A linguagem, portanto, seria um sistema racional de descrição da natureza, e seus signos seriam representações adequadas da realidade. Os pensadores daquela época, no entanto, jamais explicaram direito o que significa uma ‘representação adequada da realidade’.

A maior contribuição da Idade Moderna ao estudo da linguagem foi a elaboração das primeiras gramáticas das línguas vulgares. Na Idade Média, só o grego e o latim, consideradas línguas de civilização, eram usadas em textos ‘cultos’: obras jurídicas, de filosofia, de ciência etc. Restavam às línguas vulgares – português, francês, inglês etc. – a poesia, a prosa literária e o teatro. No Renascimento, sobretudo após a invenção da imprensa, no século 15, as línguas vulgares ganharam o caráter de línguas nacionais e idiomas de cultura. Isso tornou necessário padronizar sua ortografia e definir sua gramática, para conter a evolução e a inovação livres dos dialetos.

Surgem, assim, as primeiras academias (a Accademia della Crusca, fundada em Florença em 1572, e a Academia Francesa, de 1634), com a missão de zelar pela pureza da língua. O espírito purista teve vários defensores entre as pessoas cultas da época, e inspirou a maioria das gramáticas normativas de outras línguas. É por isso que a gramática do português parece tão conservadora: seu modelo é do século 17 e seus padrões de correção e elegância vêm de autores ‘clássicos’ do século 19.

Na França, porém, além da corrente purista, surgiu na época outra forma de pensamento sobre a linguagem, influenciada pelo racionalismo cartesiano, e portanto bastante apegada à lógica: era a chamada escola de Port-Royal, sediada no convento de mesmo nome, perto de Paris. Esses gramáticos publicaram em 1660 a *Grammaire Générale et Raisonnée*, que destaca a estrutura racional da linguagem, vista como essencialmente lógica e universal. Eles atribuíam discursos ilógicos e mal-entendidos de comunicação à natureza imperfeita do ser humano: os homens, e seus discursos, são imperfeitos, mas sob esses discurs-

os há uma ordem perfeita e universal – ou seja, divina. Assim, a natureza última da linguagem deveria ser buscada na teologia.

O ESTUDO HISTÓRICO-COMPARATIVO DAS LÍNGUAS

A lingüística torna-se uma ciência no século 19, ao adotar o método de estudo denominado ‘histórico-comparativo’. Esse método surgiu ainda no final do século 18, na Índia, então colônia da Inglaterra. Um alto funcionário britânico da Companhia das Índias Orientais, Sir William Jones, grande conhecedor de línguas, percebeu diversas semelhanças entre o sânscrito, o grego, o latim e as línguas germânicas (como o inglês). Como não havia evidência histórica de contato entre Europa e Índia, e como os textos em sânscrito eram muito mais antigos que os gregos ou latinos, Jones imaginou que todas essas línguas seriam aparentadas e teriam um ancestral comum.

Essa hipótese levou ao estudo sistemático da história dessas línguas, através da comparação das suas formas, e as semelhanças e diferenças entre as palavras de cada uma permitiriam reconstruir o idioma primitivo do qual teriam se originado. Essa língua hipotética, o ‘indo-europeu’, teria sido falada em algum lugar entre a Europa Oriental e o Oriente Médio entre 8 mil e 4 mil anos a.C. – muito antes da invenção da escrita. Não há qualquer registro dessa língua, mas seu vocabulário e sua gramática são bem conhecidos hoje, graças ao processo de reconstrução. Comparando, por exemplo, o sânscrito

vrkas, o grego *lykos*, o latim *lupus*, o gótico *wulfs*, o lituano *vilkas* e outros, chegou-se à palavra hipotética indo-europeia *wlk^wos*, que significa ‘lobo’.

O mesmo processo, aplicado a todas as línguas conhecidas no mundo, permitiu classificá-las em famílias lingüísticas, de modo semelhante à classificação de animais e plantas feita pela biologia. Aliás, a biologia, ciência de maior prestígio no século 19, tornou-se o modelo de inspiração da lingüística histórico-comparativa. Os lingüistas da época chegaram a comparar a língua a um organismo vivo, que nasce, cresce, se desenvolve, se reproduz e morre. Daí o surgimento de expres-

sões como ‘língua viva’, ‘língua morta’, ‘língua-mãe’, ‘línguas-filhas’, ‘línguas-irmãs’ e assim por diante.

A lingüística do século 19 buscava leis fonéticas sem exceção que explicariam a evolução das línguas. Um dos méritos do método histórico-comparativo foi mostrar que ‘erros’ gramaticais ou de pronúncia de falantes menos escolarizados são, na verdade, inovações lingüísticas que, se aceitas pelos demais falantes, têm seu uso disseminado e levam à mudança (evolução) da língua. Mas isso não explica como uma língua funciona, apenas como evolui. É evidente que a mudança lingüística decorre do uso que é feito da língua, mas isso não explica a causa da alteração. Por isso, no final do século 19, o modelo histórico-comparativo esgotou-se. O lingüista suíço Ferdinand de Saussure (1857-1913) percebeu isso e propôs uma nova abordagem, que deu origem à lingüística moderna. Por isso, ele é considerado o ‘pai da lingüística’.

O NASCIMENTO DA LINGÜÍSTICA MODERNA

Saussure era um dos maiores expoentes do método histórico-comparativo, tendo lecionado em grandes universidades européias, como Paris e Genebra, mas passou a criticá-lo, descontentando os comparatistas. Por isso, foi aos poucos afastado de suas funções docentes na universidade, até que só pôde ministrar cursos de extensão.

Em três desses cursos, entre 1907 e 1911, Saussure sintetizou suas idéias sobre o que deveria ser, a partir de então, a pesquisa da linguagem, mas ele morreu em 1913, antes de colocá-las no papel. Estudiosos da época, porém, haviam freqüentado esses cursos, notando o potencial revolucionário dessas idéias, o que levou alguns deles, em especial Charles Bally e Albert Sécheyaye, a publicar, em 1916, o *Curso de Lingüística Geral*, a partir de fichas das aulas do mestre e de anotações de alunos.

Na visão de Saussure, a linguagem poderia ser estudada *diacronicamente* (por meio de sua evolução histórica) ou *sincronicamente* (tomando como objeto de estudo um dado momento dessa evolução). Portanto, a lingüística histórico-comparativa era essencialmente diacrônica, ao passo que ele propunha uma abordagem basicamente sincrônica. Saussure comparou a língua a um jogo de xadrez, onde as peças são os elementos da língua e as regras são sua gramática. A configuração do tabuleiro após cada jogada constitui uma sincronia, não importando como o jogo chegou até ali nem o material de que são feitas as peças. Apenas a posição relativa das peças e sua função – os movimentos que podem executar – têm importância.



Nascem daí outras importantes dicotomias. Em primeiro lugar, Saussure opõe 'língua' e 'fala'. A língua seria o conjunto abstrato e socialmente partilhado de signos e de regras combinatórias que permite produzir os atos de fala, e a fala seria cada produção concreta feita por quem usa a língua. Ele também distinguiu entre a 'forma' e a 'substância' da língua. Sendo a língua um sistema onde o valor de cada elemento não está no elemento em si, mas na função que exerce, ela é basicamente um sistema de formas ('formal') cuja substância é irrelevante. Tal sistema, em que cada objeto mantém com os demais uma relação de semelhança que permite reconhecê-los como sendo do mesmo conjunto e uma relação de diferença que permite identificar um a um, é chamado de 'estrutura'. A constatação de que a língua é uma estrutura é a base do 'estruturalismo', corrente de pensamento que dominaria a lingüística e influenciaria as demais ciências humanas.

Saussure insistiu ainda no caráter social da língua, oposto ao caráter individual da fala. Ele afirmou que a língua é uma instituição social, cuja explicação última deve ser buscada na sociologia, e previu a criação de uma ciência, chamada semiologia, para estudar todos os signos (verbais e não-verbais) da vida social. A lingüística, que estuda os signos verbais, faria parte dessa nova ciência.

A concepção de signo de Saussure decorre do caráter social da língua. Até então, as palavras eram vistas como meros rótulos dados às coisas. Assim, de uma língua para outra mudariam apenas os nomes pelos quais são designadas as mesmas coisas. Saussure mostrou que, na verdade, línguas distintas dão nomes diferentes a coisas também diferentes. Um exemplo: aquilo que os brasileiros chamam de 'rio' recebe dos franceses dois nomes, *fleuve* ou *rivière*, de acordo com o destino do curso d'água em questão: para o mar ou para outro rio. Uma história folclórica conta que exploradores franceses surpreenderam-se ao encontrar, na África, um curso d'água que nascia nas montanhas, corria pelas savanas e... desaparecia no deserto. Eles não sabiam dizer se era um *fleuve* ou uma *rivière*. Isso mostra que cada povo expressa através de sua língua uma visão particular de mundo. Assim, a maneira como cada língua 'recorta' o mundo em conceitos influi no próprio modo de pensar de cada povo.

Se, para Saussure, o significado do signo varia de língua para língua, então o próprio significado é parte do signo. Assim, ele concebeu o signo lingüístico como uma entidade de duas faces: o significante ou expressão (a forma material do signo, ou seja, a forma acústica ou gráfica da palavra) e o significado ou conteúdo (a imagem mental, ou seja, o conceito da coisa designada). A 'coisa' propriamente dita, que Saussure chamou de referente,



não faz parte do signo e pode até não existir – que 'coisa' é representada, por exemplo, pela palavra 'amor'?

O signo 'árvore', do português, tem como significante o som dessa palavra ou a seqüência de letras que a compõe, e como significado o modelo mental de uma árvore, construído a partir da observação de inúmeras árvores concretas. Tal conceito (o significado) é uma abstração baseada apenas no que é comum a todas as árvores: um tronco, raízes, folhas etc. O que é circunstancial não faz parte desse conceito. Assim, existir ou não o desenho de um coração flechado no tronco, com os nomes de um homem e de uma mulher, não faz parte da definição de árvore (ver figura).

Ao pôr a visão de mundo particular de cada povo dentro da linguagem, Saussure transformou o estudo da linguagem em um valioso meio de compreender a ideologia – o modo de pensar – dos povos. O desenvolvimento de suas teses fez com que o estruturalismo, aplicado de início à lingüística, chegasse às demais ciências humanas.

EVOLUÇÃO E CONQUISTAS DO ESTRUTURALISMO

A partir de 1930, surgiram na Europa diversas escolas lingüísticas. Entre as mais importantes estão a escola de Praga, liderada por lingüistas como Nikolai Troubetzkoy, Roman Jakobson e André Martinet, e a escola de Copenhague, de Louis Hjelmslev e Hans Uldall. Ao mesmo tempo, uma corrente lingüística também 'estruturalista' surgia nos Estados Unidos, mas voltada para questões específicas daquele país.

Enquanto a Europa tinha como objeto de estudo as línguas européias, a maioria com longa tradição literária, lingüistas americanos, como Leonard Bloomfield e Edward Sapir, estudavam as línguas

índigenas de seu país, que não têm escrita. Seu grande desafio era tentar compreender, a partir de gravações com falantes, a estrutura dessas línguas sem passado documentado, gramáticas ou dicionários. Isso mostra que, partindo do mesmo método da análise sincrônica, correntes diversas do estruturalismo

elaboraram teorias bastante diferentes.

A escola de Praga dedicou-se à fundação da primeira disciplina dentro da nova lingüística, a fonologia (o estudo dos fonemas da língua), oposta à fonética (o estudo dos sons da fala). A escola de Praga mostrou que se pode tratar o sistema de fonemas de uma língua de modo lógico-matemático, usando ferramentas até então exclusivas das ciências naturais. Os resultados obtidos na fonologia fizeram com que esse rigor metodológico fosse aplicado aos demais ramos da lingüística – a morfologia (estudo da estrutura e formação das palavras), a sintaxe (estudo da frase), a semântica (estudo do significado) etc. – e, a seguir, a outras ciências humanas, entre elas a antropologia, a sociologia, a ciência política, a história e a ciência da comunicação.

Em fins dos anos 60, o estruturalismo, ao lado do marxismo e do existencialismo, já era a corrente de pensamento mais respeitada das ciências humanas. Essa corrente estabeleceu de modo inequívoco a relação entre a língua e a cultura, levando à idéia de que a natureza última da linguagem deve ser buscada no conjunto das ciências humanas. Do estruturalismo surgiram disciplinas de fronteira como a sociolingüística, que estuda a relação entre língua e classes sociais, e a psicolingüística, que estuda, entre outras coisas, o aprendizado da língua e as patologias da linguagem. Outro mérito do estruturalismo foi ter realizado o projeto de Saussure de criar a semiologia – a ciência geral dos signos – pela transposição de conceitos e métodos da lingüística a outros sistemas de signos e outras linguagens: pintura, escultura, música etc.

A GRAMÁTICA GERATIVO-TRANSFORMACIONAL

O esgotamento do estruturalismo ocorre ao longo dos anos 60, quando surgem novos pontos de vista sobre a linguagem. O principal deles aparece em 1957, no livro *Estruturas sintáticas*, do lingüista norte-americano Noam Chomsky. A origem da teoria de Chomsky – chamada de gramática gerativo-transformacional – é curiosa. No auge da chamada

guerra fria, entre Estados Unidos e União Soviética, o serviço secreto norte-americano encomendou ao lingüista um método de ensino que tornasse mais rápido o aprendizado de línguas estrangeiras (sobretudo russo) por seus agentes. Chomsky pensou que, se fosse possível descobrir o que há de universal na linguagem humana (aquilo que todas as línguas têm em comum), a estrutura do pensamento humano seria obtida e poderia ser adaptada a qualquer língua.

Ele partiu do princípio de que a aptidão lingüística é inata, de que as estruturas sintáticas de base são finitas e estão registradas na mente humana desde antes do nascimento. Já as infinitas 'estruturas gramaticais' (as frases que se pode formar nas várias línguas) são 'geradas', a partir das estruturas de base, através de processos de 'transformação' também em número finito – daí veio o nome de gramática gerativo-transformacional. Essa proposta converte a língua em um algoritmo matemático que, a partir de finitos estados iniciais e processos de transformação, pode gerar infinitos enunciados finais – processo simulável por computador. Evidentemente, essa teoria é valiosa para o desenvolvimento de computadores 'inteligentes', que reconhecem e processam enunciados lingüísticos.

Em tese, aquele que dominasse as estruturas do pensamento seria capaz de dominar todos os humanos. Felizmente, as aplicações políticas da teoria de Chomsky fracassaram. Restaram suas aplicações no processamento automático da informação (leia-se informática) e no ensino convencional de línguas.

Na Europa, o esgotamento do estruturalismo também foi percebido. Ocorre que, se a lingüística histórico-comparativa era estritamente diacrônica, o estruturalismo clássico era estritamente sincrônico. Nenhuma das correntes fornecia uma explicação 'pancrônica', unindo evolução e funcionamento da língua. Além disso, o estruturalismo ortodoxo estudava a língua mas não a fala, a produção de mensagens mas não sua recepção, o texto produzido mas não as estratégias de produção, e assim por diante.

A partir do início dos anos 70, os aspectos deixados de lado pelos estruturalistas começaram a ser investigados. O principal evento do período foi a transformação da semiologia estruturalista na 'semiótica', que pretende ser, mais que uma ciência dos signos, uma ciência da significação, ou seja, da produção dos signos. Nessa ótica, os diferentes 'sistemas semióticos' – linguagens verbais, não-verbais ou sincréticas, que unem o verbal ao não-verbal – não são apenas sistemas de signos (conjuntos finitos e estáticos de signos e regras de combinação), mas sobretudo sistemas de significação (que contêm, além de signos e regras, uma 'máquina semiótica' capaz de produzir novos signos e novas

regras). Assim, um sistema semiótico é o que produz discursos que, por sua vez, alteram o próprio sistema, gerando novos discursos que mudam de novo o sistema, em um ciclo contínuo. Sintetizando, a língua evolui porque funciona e funciona porque evolui, o que vale para qualquer linguagem.

Outro grande avanço das ciências da linguagem na fase pós-estruturalista é a investigação das estruturas elementares da significação. Pode-se dizer que o estudo e a compreensão dessas estruturas está para a linguagem, e em consequência para o pensamento, como a pesquisa e compreensão das partículas elementares da matéria (elétrons, fótons, quarks etc.) está para a física. O princípio básico é o seguinte: tudo o que pensamos (sons, palavras, imagens, cheiros, sentimentos etc.) é formado pela combinação de constituintes básicos chamados 'noemas'. Assim, todo o conhecimento que o homem tem do mundo e de si mesmo compõe-se de noemas, agrupados de modo organizado, mais ou menos como as partículas elementares juntam-se para formar átomos, estes juntam-se para formar moléculas e assim por diante. As pesquisas nesse terreno apenas começaram, mas já apontam para uma convergência entre as ciências da linguagem, da significação e da cognição.

AS APLICAÇÕES DA LINGÜÍSTICA E DA SEMIÓTICA

A função principal da ciência é levar o homem ao conhecimento, abrir sua visão para novas realidades e alargar seus horizontes mentais. Isso é feito pela ciência pura. Secundariamente, a ciência pode ter aplicações tecnológicas na solução de problemas práticos do dia-a-dia. É a chamada ciência aplicada. Assim, mesmo que a lingüística e a semiótica não tivessem aplicações práticas, o conhecimento que geram já justificaria sua existência. Mas elas também permitem várias aplicações.

A lingüística está para a área de letras como a física está para a engenharia ou a biologia para a medicina, por exemplo. Assim, há importantes aplicações da lingüística no ensino de línguas, no ensino e no estudo científico da literatura, na crítica literária, na elaboração de gramáticas e dicionários, na normalização de terminologia técnica e científica e em muitas outras áreas. A semiótica, por sua vez, é muito útil na área das comunicações e das artes, com aplicações no jornalismo, na publicidade, no marketing e no estudo da pintura, da escultura, da música, do teatro, do cinema etc. É ainda útil ao estudo de qualquer linguagem (na arquitetura, na culinária, na moda etc.).

A lingüística e a semiótica também têm aplica-



ções em ciências naturais, como a computação, onde a compreensão da transmissão e do processamento de informação ajuda a criar programas de 'inteligência artificial', que simulam o raciocínio humano, e a biologia, onde a principal utilidade está na decodificação do código genético, também uma linguagem. A lingüística ajuda a decifrar escritas antigas (paleografia), a estudar línguas sem escrita, a identificar e tratar disfunções de linguagem (como gagueira e outras). Essas ciências têm ainda aplicações na psicologia e na psicanálise, na lógica e em consequência na matemática. Nos tempos atuais, a semiótica também é usada no estudo dos discursos políticos, para detectar seu significado (muitas vezes oculto) e a ideologia subjacente a eles, e para reconhecer as mentiras neles contidas.

Hoje, já consolidadas como ciências, a lingüística e a semiótica continuam a se desenvolver e a ampliar seu campo de ação, como revelam os estudos na área da cognição humana. Mas ainda são investigados os domínios tradicionais da linguagem. Assim, permanece a busca de ancestrais comuns a todas as protolínguas identificadas no século 19, e para isso os lingüistas voltam-se hoje para línguas pouco analisadas até agora, como aquelas nativas da América, África e Oceania.

Outros campos férteis das pesquisas atuais são a geolingüística e a dialetologia, que estudam variações territoriais de hábitos lingüísticos – fonéticos, sintáticos, léxicos etc. – para estabelecer mapas lingüísticos. Países desenvolvidos traçam e atualizam seus mapas lingüísticos desde o século 19, mas no Brasil só existem mapas parciais de algumas regiões, como São Paulo e Paraíba. No país, também é valiosa a pesquisa e descrição das línguas indígenas.

A língua tem sido sempre a principal marca da identidade de um povo e é o que o faz lutar por sua liberdade e auto-afirmação. Mais do que isso, não se pode esquecer que todo desentendimento humano, entre pessoas ou entre grupos, decorre antes de tudo de falhas de comunicação. Por isso, entender a comunicação humana e seu instrumento, a linguagem, é não apenas interessante e fascinante, mas sobretudo imprescindível para viver em harmonia.

Sugestões para leitura

- HILL, A. A. (org.) *Aspectos da lingüística moderna*, São Paulo, Cultrix/EDUSP, 1974.
- MADEIRA, R. B. *Linguagem, semiótica e comunicação*, São Paulo, Plêiade, 1996.
- MALMBERG, B. *A língua e o homem. Introdução aos problemas gerais da lingüística*, Rio de Janeiro, Nórdica/ São Paulo, Duas Cidades, 1976.
- MORRIS, C. W. *Fundamentos da teoria dos signos*, Rio de Janeiro, Eldorado, 1976.

Pouco se sabe sobre a verdadeira batalha pela sobrevivência travada pelas comunidades indígenas durante o período da colonização do Brasil. Os relatos existentes são apenas peças da versão oficial. Entretanto, passagens dessa nossa história, que ainda está para ser contada, mostram que os índios lutaram, sim – e muito. Não só contra a invasão portuguesa do território mas também em prol da manutenção da própria identidade. Mas 500 anos depois o que se vê é que a conquista dos territórios e dos povos nativos nunca deixou de avançar. Em um triste e contínuo processo de extermínio.

**BRASIL
500**



Brasil: **colon**

A luta das comunidades

OLEO DE ALBERT EINHOUDT, 1644

A viagem de Cabral faz 500 anos. Está certo. Mas o Brasil, não. Querer comemorar esse feito, cujos resultados implicaram o início de um processo de colonização, com suas mazelas e virtualidades, é um problema dos atuais brasileiros. É, sobretudo, um desejo do Estado, cujo presente governo (assim como os anteriores) acredita ser o verdadeiro portador de uma 'brasilidade'. Como pudemos testemunhar, a elite ocupante insistiu no caráter 'comemorativo' dos festejos oficiais, a ser preservado a ferro e fogo. Contudo, o que se comemorava?

O Brasil é uma construção tardia. A independência política de Portugal, em 1822, não predestinava a sociedade formada na América portuguesa a que se constituísse como comunidade nacional. Esta foi

Pedro Puntoni

Departamento de História,
Universidade de São Paulo
e Centro Brasileiro de Análise
e Planejamento (Cebap)



zação e resistência

s indígenas contra os portugueses

forjada nas lutas políticas e intelectuais, levadas a termo por uma elite engajada nesse projeto de manutenção da unidade política, sob o domínio dos Braganças, e da continuidade do escravismo. Nossa história foi escrita para moldar um discurso no qual o Brasil aparecia como uma realidade desde aquela manhã de quarta-feira, quando a gente portuguesa avistou “um grande monte, muito alto e redondo; e de outras serras mais baixas ao sul dele”.

Em 1838, foi criado o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, com o objetivo de reunir, metodizar, publicar ou arquivar os documentos necessários para a história e a geografia do Brasil, assim como promover o conhecimento desses dois ramos científicos por meio do ensino público. Reve-

la-se, claramente, a intenção formativa da consciência nacional, entendida como ‘missão’ civilizadora. Para além das medidas militares ou institucionais que garantissem a unidade nacional, a monarquia (agora ‘brasileira’) tinha de desdobrar-se para costurar as diversidades regionais em um todo, cujo sentido deveria ser traçado em uma história geral a ser escrita.

Nas primeiras reuniões do Instituto, logo colocado sob a proteção direta do ‘menino imperador’, seriam discutidas as alternativas à periodização de nossa história e a construção dos episódios dignos de indicar uma linha ascendente, e contínua, da afirmação da especificidade nacional e da vontade secular de independência. O engenheiro brasileiro ▶

Raimundo José da Cunha Matos (1776-1839) propõe então a periodização da história do Brasil em três épocas: a primeira relativa aos aborígenes e aos autóctones; a segunda, que relata dos descobrimentos à administração colonial e, por último, a nacional. No dia 2 de março de 1839, na sexta sessão, foi aprovada essa divisão.

Como se vê, essa triangulação de nossa história parte de dois pressupostos. Primeiramente, a idéia de que existiu um período colonial do Brasil, isto é, um momento onde a nação (que já existiria, ainda que de forma potencial, desde 1500) estava despossuída de sua autonomia, que é garantida por um Estado independente de Portugal. A ausência do Estado é que define o período. Um claro anacronismo. O segundo pressuposto é a noção de que haveria uma história dos índios, mas em uma época anterior ao nascimento do Brasil. Desse modo, os índios ficam relegados à pré-história do Brasil, assunto de etnólogos e arqueólogos. Como eram considerados inimigos da nação (porque eram inimigos da empresa colonial) e previa-se o seu fim inexorável, sua história não parecia despertar interesse, guardando-se apenas nas páginas de eruditos, afeiçoados a perspectivas regionais ou cientificistas. E também dos literatos, para quem os índios eram elemento referencial na reconstrução historicista da literatura romântica e símbolo privilegiado da especificidade da pátria. Para a elite dominante, o índio não tinha futuro, apenas passado.

Nunca houve um encontro de culturas. As guerras de resistência aos portugueses mostram como a empresa colonial foi sobretudo uma conquista militar. Ao longo destes 500 anos, o colonizador promoveu uma contínua e inexorável conquista do território e dos povos nativos. E continua a fazê-lo ainda hoje. Outra mistificação, difundida desde o século 19, é que os índios se integraram ao povo brasileiro. Em um processo de amálgama, três raças constituíram o que somos.



tória da escravidão indígena que mal começa a ser escrita (*Negros da terra*, de John Manuel Monteiro, Cia. das Letras, 1994). O cativo dos índios, legitimado em 1570, seria válido até 1757 (para o Maranhão) ou 1758 (para o Estado do Brasil). Os índios eram a maioria nos engenhos de açúcar no século 16. Nos séculos seguintes, apesar de substituídos pelos africanos no núcleo mais dinâmico da economia colonial, seriam ainda numerosos nos setores produtivos marginais. Contudo, para além de sua utilidade como força de trabalho, os indígenas apareciam para os portugueses como aquele substrato mínimo de povoadores necessário para a manutenção do domínio. Eram importantes aliados para enfrentar tentativas de conquista ou de invasão de outras potências européias, ou mesmo a resistência dos grupos nativos que se mantivessem hostis. Nas tropas coloniais, nas guerras contra os holandeses, os indígenas eram sempre o maior contingente.

Outro mito de nossa historiografia é a idéia de que a legislação indigenista portuguesa era contraditória e oscilante: de um lado os colonos, ávidos de lucro, e de outro os jesuítas, protetores da alma e da liberdade dos índios; no meio, a Coroa, ora ordenando a escravização, ora a proibindo. Na verdade, essas leis eram o resultado da percepção das possibilidades de utilização da diversidade sociocultural dos povos autóctones e das conjunturas da situação de contato para a realização dos objetivos concretos da empresa colonial. Ao mesmo tempo a expansão da fé e a realização do lucro. E, para tanto, a afirmação (militar) do domínio. Ou seja, a legislação indigenista procurava regulamentar e legitimar a escravidão dos indígenas, ao mesmo tempo em que protegia uma política de alianças militares com os povos considerados amigos.

Aliados ou resistentes, aos índios cabia um destino terrível: desintegração social ou extermínio. Mas a verdade é que também resistiram. E a história dessa resistência ainda está para ser feita. Como se

Aos índios cabia um destino terrível:

Raças, ou culturas, como queria o sociólogo brasileiro Gilberto Freire (1900-1987). Tanto faz. Por trás dessa idéia, está mais uma operação ideológica. Na sua maior parte, e na sua experiência social, os povos indígenas sofreram um contínuo processo de extermínio. Nós temos a rede, a tapioca, a pipoca, o piruá... mas e os primitivos habitantes do litoral? Onde estão?

Ao lado da escravidão africana há toda uma his-

sabe, para a história colonial dos povos indígenas no caso do Brasil – diferentemente da Mesoamérica – possuímos apenas documentos produzidos pelos colonizadores. É muito difícil escrever o que já se chamou de “história dos vencidos”. Os índios não nos deixaram nenhuma documentação escrita, nenhuma versão de sua luta. E, contudo, lutaram. Alguns episódios, por sua dimensão, acabaram sendo registrados nas páginas da papelada administra-

tiva, nas patentes dos oficiais, providências para abastecimento das tropas. Ou ainda, serviam de propaganda do Estado absolutista na sua luta contra o poder dos jesuítas, como se viu no século 18. Resultaram em uma série de crônicas e memórias que nos revelam a força e a obstinação desses povos e nos permitem redimensionar sua derrota.

Do período dito colonial de nossa história, podemos destacar alguns momentos principais. Dois grandes conflitos que envolveram, de um lado, os povos ditos 'tapuias' (não tupis) do atual sertão do Nordeste, e de outro, os povos guaranis (tupis) do sul do continente. Uns, rebeldes indômitos, resistentes à invasão dos pecuaristas e à conquista de suas terras; outros, aliados e aculturados pelos jesuítas, em um século de missões, mas rebeldes à política ibérica de deslocamentos, resultante do Tratado de Madri. Vamos falar da Guerra dos bárbaros (1650-1704) e das Guerras guaraníticas (1752-1756).

Guerra dos bárbaros

Na segunda metade do século 17, a expansão da economia e, portanto, da fronteira colonial na América portuguesa, criou novas zonas de contato e fricção com as populações autóctones, nem sempre integradas ou subjugadas pela força militar ou pela iniciativa dos missionários. No caso das capitânicas do Norte do Estado do Brasil, onde se estabelecera de maneira definitiva um sistema econômico e social baseado na produção de açúcar, o processo de expansão da economia colonial implicava duas formas distintas de apropriação do território e de organização social: de um lado, no litoral, a zona produtora da mercadoria de exportação (açúcar) e do sistema produtivo coadjuvante (alimentos, tabaco etc.); do outro, a zona da pecuária no sertão. Para essa região convergiam as tensões e os conflitos resultantes da expansão territorial da Colônia. Ten-

vam estar 'invadindo' as fronteiras do império português e cristão. Resultado de diversas situações criadas com o avanço da fronteira da pecuária e a necessidade de conquistar e 'limpar' as terras para a criação do gado, essa guerra envolveu vários grupos e sociedades indígenas contra moradores, soldados, missionários e agentes da Coroa portuguesa.

Mas quem eram esses povos 'bárbaros' contra quem lutavam os colonos e as tropas do rei? Na falta de um estudo mais minucioso, basta notar aqui que, grosso modo, o sertão encontrava-se habitado por dezenas de grupos étnicos distintos, entre os quais se destacavam os cariris e os tarairius. Os cariris ocupavam notadamente o sertão de dentro e as margens do rio São Francisco. Já os tarairius, naturais do sertão de fora, principalmente das capitânicas do Rio Grande e do Ceará, estavam divididos em diversas nações, em disputa entre si, que levavam o nome de seus chefes (ou 'reis'), como os janduí, paiacus, jenipapoçus, icós, caborés e capelas. Além desses, no sertão baiano, os paiaiaes e anaiois se viram envolvidos nas guerras do Aporá e Orobó, no recôncavo baiano.

Conjunto complexo e heterogêneo de batalhas, esparsas no sertão, a Guerra dos bárbaros, pode ser dividida entre os acontecimentos no recôncavo baiano (1651-1679) e as guerras do Açu (1687-1705), na ribeira do rio que leva o mesmo nome no sertão do Rio Grande do Norte e do Ceará. Apesar de alguns historiadores procurarem interpretá-la como um movimento unificado de resistência, nunca houve uma grande aliança indígena. Sem a possibilidade de articulação política, os povos do sertão se viam fragmentados diante de um inimigo coeso e articulado – fato que justamente nos ajuda a entender sua derrota. Do lado português, a compreensão dos povos ditos tapuias como uma unidade histórica e cultural – em oposição não só ao mundo cristão europeu, mas aos povos tupis, habitantes do litoral – foi um dos elementos mais importantes na caracte-



desintegração social ou extermínio

sões agravadas com o desenrolar dos acontecimentos das guerras holandesas (1645-1654), que envolveram no conflituoso mundo colonial vários povos autóctones de maneira irreversível.

Entre 1651 e 1704, o sertão foi palco de uma série de conflitos entre os povos indígenas e os recém-chegados colonos luso-brasileiros. Os conflitos foram conhecidos na época como a Guerra dos bárbaros, como se chamavam os indígenas que imagina-

terização da unicidade dos conflitos no Nordeste. A Guerra dos bárbaros foi também uma das mais longas, concorrendo com as guerras dos Palmares (1644-1695), da mesma época. De maneira diferente, no entanto, não se tratava aqui de defender uma opção de resistência à escravidão e uma comunidade de fugidos, mas de preservar a sobrevivência de culturas seculares, ou mesmo milenares, no território que se via invadido.

Iniciada com uma série de jornadas enviadas pelo governo geral ao sertão, entre os anos de 1651 e 1656, a guerra no recôncavo ganharia mais regularidade com a contratação de tropas de paulistas, que eram pessoas especializadas na arte da guerra dos matos. Três grandes campanhas podem, então, ser identificadas: a Guerra do Orobó

dígenas habitam a região atualmente, estabelecidos em 43 áreas. E o aniquilamento também é cultural: hoje só os fulniô expressam-se em língua própria, enquanto todos os demais conhecem apenas o português. Mas, nos marcos dos direitos estabelecidos pela Constituição de 1988, várias etnias indígenas emergem e reivindicam sua identidade e sua autonomia.

Restam hoje, no Nordeste, 5,5%

(1657-1659) e a Guerra do Aporá (1669-1673), contra os paiaias e os topins habitantes do sertão do Paraguaçu, e as guerras na região do São Francisco (1674-1679), contra os anaios. A Guerra do Açu iniciou-se em fevereiro de 1687, com um levante geral dos tarairius do Rio Grande e pode ser dividida em três campanhas. Primeiramente, as expedições punitivas (1687-1688) comandadas por Antônio de Albuquerque Câmara, Domingos Jorge Velho (que havia sido contratado para destruir os Palmares e fora desviado para o Açu) e Manuel A. Soares. Depois, com a contratação dos serviços de Matias Cardoso de Almeida, de 1690 a 1695, obtém-se a rendição do rei dos janduis, Canindé, em 5 de abril de 1692.

Em 1699, com a chegada do terço – antigo corpo de tropas – dos paulistas, chefiado por Manuel Álvares de Moraes Navarro, inicia-se a terceira fase da guerra com uma campanha reivindicativa e de ‘limpeza’ do território. Os paulistas de Navarro ficam na região, causando mortes e destruição, até pelo menos 1704, quando os conflitos arrefecem. Entre outros crimes dessa guerra, nos ficou a memória do massacre na ribeira do Jaguaribe (no Ceará), em que cerca de 400 índios da nação jenipapoçu foram traiçoeiramente assassinados pelos paulistas, mesmo estando aldeados e catequizados pelos padres oratorianos. Era 4 de agosto de 1699.

Depois de uma série de derrotas, a resistência indígena se abrandou e o sertão foi tomado por uma violência entrópica, mas funcional. Os povos indígenas remanescentes foram aldeados e exterminados. Para termos uma idéia do resultado do aniquilamento a que foram submetidas as sociedades autóctones, hoje a população indígena do Nordeste é de cerca de 36 mil indivíduos, ou seja, 5,5% da estimativa histórica à época do Descobrimento. Segundo as estimativas do antropólogo brasileiro e historiador norte-americano John Hemming (1935-), a população era de pelo menos 652 mil pessoas. Da imensa diversidade existente, apenas 26 grupos in-

A guerra guaranítica

O Tratado de Madri, assinado em 14 de janeiro de 1750, redesenhava as fronteiras americanas entre Espanha e Portugal. A concepção do limite natural do rio do Prata, defendida pela monarquia portuguesa desde a fundação da Colônia de Sacramento, era agora substituída por um acordo que visava estabelecer definitivamente as fronteiras, contrariando o meridiano das Tordesilhas (que, em 1494, havia repartido o mundo a ser descoberto entre os espanhóis e os portugueses). Pelo Tratado de Madri, a linha da fronteira meridional entre o Brasil e as províncias espanholas do Prata ficaria mais ao norte, englobando a banda oriental do rio Uruguai e, seguindo por um de seus afluentes (o rio Ibicuí) até o litoral, na foz do rio Chuí. Tal medida colocava sob o domínio português sete aldeamentos jesuíticos (os chamados sete povos) dos 30 estabelecidos nas duas margens do Uruguai. Eram eles: São Borja, São Luís, São Lorenzo, São João, Santo Ângelo, São Nicolás e São Miguel, e reuniam, então, cerca de 75 mil habitantes. Sob o comando dos jesuítas, com uma organização política peculiar (apesar de formalmente submetidos à Castela), essa ‘república guarani’ era orgulhosa de sua riqueza e ciosa de sua autonomia.

A nova realidade imposta pelo tratado acabava por trocar o controle de Sacramento pela banda oriental do Uruguai, onde os sete povos habitavam. A morte de Dom João V, alguns meses apenas após a assinatura do tratado, alçou Sebastião José de Carvalho e Melo (futuro marquês de Pombal) como secretário dos negócios estrangeiros e da guerra. Os jesuítas e os índios demonstravam claramente resistência à idéia de se colocarem sob a dominação dos portugueses, cujos fiéis vassallos (os paulistas) os haviam atacado tão brutalmente. Além disso, nos conflitos do Prata, os aldeados sempre estiveram engajados com as tropas espanholas. Não obstante essas prevenções, em 1752, o governador das Minas,



Gomes Freire de Andrade, fora nomeado como chefe da comissão demarcadora e deveria, sem atraso, reunir-se com os delegados espanhóis para delimitar os territórios e supervisionar a permuta da Colônia pelos sete povos.

O comissário castelhano, o marquês de Valdelírios, foi ao encontro de Gomes Freire, em

derrotaram. Os que fugiram foram caçados e mortos. A perda foi catastrófica: 1.500 mortos e 154 prisioneiros. No exército aliado, apenas quatro mortos (um português) e 40 feridos.

Nos meses seguintes, uma série de conflitos pouco importantes marcou o avanço inexorável dos aliados. Depois de Caibaté, os guaranis evita-

do total de índios existente em 1500

Castilho Grande, de onde seguiram os técnicos e oficiais para efetuar os estudos e demarcações. Foram divididos em três partidas. A primeira delas, acompanhada de duas escoltas de dragões (cavaleiros) com 160 homens, acabou esbarrando com os índios na região de Santa Tecla, ao norte de Bagé. Os espanhóis e portugueses foram rechaçados pelos guerreiros comandados por José (ou Sepé) Tiarajú, principal líder do povo de São Miguel. A colaboração dos jesuítas com a rebelião dos índios foi, e ainda é, motivo de controvérsia. Servindo para justificar o combate que lhes fazia o marquês de Pombal, a colaboração era então negada veementemente. De toda maneira, à resistência dos guaranis contrapunha-se, agora, um poderoso exército organizado pelas duas coroas.

Em 1754, os exércitos coligados marchariam em duas colunas separadas. Perto da foz do Ibicuí, os espanhóis foram atacados pelos índios de La Cruz e Japejú e decidiram recuar, deixando os portugueses sozinhos. Depois de algumas operações desastrosas, o comandante português optou por uma retirada, o que foi feito (para dissimular a derrota) após a assinatura de uma trégua com os rebelados em novembro de 1754. Tal desastre repercutiu na Europa como uma vitória dos guaranis, alvoroçando-se o espírito antijesuítico.

A segunda campanha, mais bem organizada, acabaria por destruir a rebelião. Em janeiro de 1756, as tropas espanholas, com 1.500 soldados, e as portuguesas, com 1.000, reuniram-se em uma fortificação às margens do rio Piratini. Em fevereiro, os dois exércitos se colocaram em marcha, em colunas separadas. Depois de alguns encontros, no dia 10, o exército luso-espanhol foi interceptado por uma numerosa tropa indígena em Caibaté, nas cabeceiras do rio Cacequi. Liderados por Nenguiru, cerca de 2 mil índios missionários colocaram-se atrás de uma linha rudimentar de trincheiras, aguardando algum desfecho. Com armamentos superiores e cavalos, as tropas européias atacaram os índios e os



ram qualquer confronto direto e perderam, pouco a pouco, o terreno. As missões foram tomadas e cerca de 14 mil índios passaram para a margem direita (como descrito em *A república comunista cristã dos guaranis*, de Clóvis Lugon, Paz e Terra, 1949, pp. 294-295). As tropas ficaram alguns meses no terreno. Quando o novo governador de Buenos Aires, Dom Pedro de Cevallos, chegou às missões, compreendeu a situação bizarra da guerra: Gomes Freire não desejava o controle dos sete povos, porque não entregaria a Colônia de Sacramento. No fundo, o maior interesse de Carvalho e Mello fora satisfeito ao derrotar os jesuítas e, sobretudo, produzir elementos quase incontestes para sua campanha contra a ordem. A maior preocupação era proteger o Rio de Janeiro, principal porto por onde escoava a produção do ouro e dos diamantes do Brasil.

Enquanto isso, mudando o rumo da guerra, Cevallos garantiu proteção aos jesuítas e recomendou que os índios voltassem para os aldeamentos. Tal conjuntura fez com que Gomes Freire retornasse ao Rio de Janeiro em 1759. No mesmo ano, com a morte de Fernando VI, assumia o trono espanhol Carlos III. Quando ainda era apenas rei de Nápoles, o soberano não aprovara o tratado de 1750 e tampouco a remoção dos sete povos. No contexto da guerra dos sete anos, e na eminência da Espanha se ligar à França, Portugal preferiu manter a aliança inglesa. Em 12 de fevereiro de 1761, em El Pardo, as duas monarquias ibéricas assinaram um 'distrato' que ordenava a imediata evacuação dos "terrenos que foram ocupados". Contudo, os índios já haviam sido mortos e os sete povos destruídos. ■

Sugestões para leitura

- CUNHA, M.C. da, (org.), *História dos índios no Brasil*. São Paulo, Cia. das Letras, 1992.
- HEMMING, J., *Red Gold, the conquest of the Brazilian Indians*. Cambridge, Harvard University Press, 1978.
- LUGON, C., *A república comunista cristã dos guaranis, 1610-1768*. Rio de Janeiro, trad. port., Paz e Terra, 1977, (1949).
- MONTEIRO, J.M., *Negros da terra: índios e bandeirantes nas origens de São Paulo*. São Paulo, Cia. das Letras, 1994.

Neutrino do tau é observado pela primeira vez

Em 21 de julho, o grupo DONUT (Direct Observation of the Nu Tau), formado por físicos dos Estados Unidos, Japão, Coreia e Grécia, anunciou em conferência pública no Fermilab (Fermi National Accelerator Laboratory, Estados Unidos) a primeira observação direta da partícula elementar chamada ν_τ (neutrino do tau). Esperada há muito, essa evidência experimental resulta do feliz casamento entre o conhecimento científico da física fundamental e os avanços tecnológicos que vêm ocorrendo ao longo de pouco mais de um século.

Para descrever a matéria, seus componentes elementares (imaginados como pontuais e sem estrutura interna) e suas interações

fundamentais (forças forte, fraca e eletromagnética), os físicos adotam hoje o chamado Modelo Padrão (ver figura). Segundo esse modelo, existem quatro bósons (mediadores de interações) e 12 férmions ou partículas elementares: seis *quarks* (*up*, *down*, *strange*, *charm*, *top* e *bottom*) e seis léptons (elétron, neutrino do elétron (ν_e), múon, neutrino do múon (ν_μ), tau e neutrino do tau (ν_τ)). Até agora 11 já haviam sido observadas, faltando apenas o ν_τ . Como os neutrinos só podem ser detectados por um tipo de interação (a fraca), é muito difícil observá-los.

Pelo que sabemos hoje, os três tipos de neutrinos surgiram há cerca de 15 bilhões de anos, logo após o nascimento do universo e,

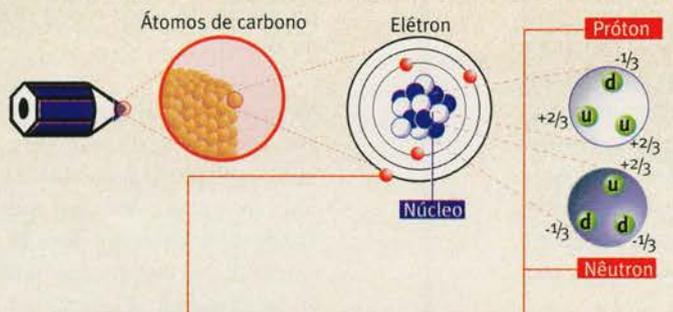
desde então, eles seguiram seu caminho. Acreditamos que o universo tenha hoje 330 milhões de neutrinos por m^3 . Neutrinos são também produzidos por reações termonucleares dentro das estrelas, como nosso Sol, e por partículas energéticas vindas do espaço, sobretudo prótons, que interagem com núcleos de átomos da atmosfera terrestre, gerando chuueiros de partículas, dentro dos quais eles se formam.

Nosso planeta tem também abrigado, desde seu nascimento, muitos núcleos atômicos radioativos, onde se formam aproximadamente 6 milhões de neutrinos por segundo por cm^2 . Com cerca de 20 mg do elemento radioativo potássio 40, nosso corpo emite cerca de 340 milhões de neutrinos por dia. Juntam-se a essas fontes naturais de neutrinos as produzidas pelo homem a partir dos anos 40, como explosões atômicas, reatores nucleares e aceleradores de partículas.

Para detectar uma partícula, os físicos precisam registrar sua passagem através de sua interação com o aparelho de medida – o detector, também feito de matéria, logo, de partículas. Quanto mais uma partícula interagir com a matéria, mais fácil será medi-la e, portanto, inferir sua existência. É como um detetive à procura de um suspeito: quanto mais a pessoa interagir com o mundo (usar o cartão de crédito, o celular etc.) mais facilmente será localizada. Detectar o neutrino é como procurar um ermitão, desafio que os físicos tiveram que vencer para medi-lo experimentalmente.

Famílias das partículas elementares, segundo o Modelo Padrão

BÓSONS	
Partículas que transmitem as forças da natureza.	
Fótons	
Partículas de luz. Transmitem a força eletromagnética.	
Glúons	
Carregam a força forte que mantém os <i>quarks</i> juntos.	
Bósons vetoriais	
Transmitem a força fraca responsável por certos decaimentos radioativos.	
Grávitons	
Transmitem a força da gravidade.	
ANTIMATÉRIA	
Cada partícula tem sua antipartícula, com carga elétrica oposta.	



LÉPTONS		QUARKS	
Elétron	Neutrino do elétron (ν_e)	Up	Down
Partícula responsável pela eletricidade carga = -1	Sem carga	Carga + 2/3	Carga - 1/3
Múon	Neutrino do múon (ν_μ)	Charm	Strange
Parente do elétron	Sem carga	Parente do up	Parente do down
Tau	Neutrino do tau (ν_τ)	Top	Bottom
Parente mais pesado do elétron	Sem carga	Parente mais pesado do up	Parente mais pesado do down

Da hipótese ao registro

Tudo começou com a descoberta da radioatividade, no final do século passado. Um dos três tipos de radioatividade descobertos, a radiação beta, ocorre quando um elétron é emitido por um núcleo radioativo. Em teoria, a energia desse elétron deveria ser fixa, mas nas experiências variava continuamente. Esse problema colocou em xeque o princípio da conservação da energia. Por isso, o físico austro-suíço Wolfgang Pauli (1900-1958) propôs, em 1930, a existência de nova partícula, neutra e de massa nula ou mínima, que escaparia à detecção.

Três anos depois, o físico italiano Enrico Fermi (1901-1954) propôs uma teoria para explicar o decaimento radioativo (emissão de partículas pelo núcleo atômico), incluindo a partícula hipotética de Pauli e chamando-a neutrino. Sua tese, capaz de explicar muitos resultados experimentais, logo mostrou que a probabilidade de interação do neutrino com a matéria era muito pequena: bilhões de vezes menor que a de um elétron. Isso significava que o neutrino poderia percorrer distâncias equivalentes a vários diâmetros da Terra antes de interagir. Parecia fadado a ser uma partícula hipotética: a baixa interação exigia uma fonte abundante de neutrinos e um detector muito grande, pesado e sensível – tecnologia não disponível na época.

A explosão da bomba atômica, em 1945, foi a primeira grande fonte de neutrinos produzida pelo homem. Pensou-se em usar explosões atômicas como fonte de neutrinos, mas logo percebeu-se que os reatores nucleares, surgidos em meados dos anos 50, podiam fornecer de forma pacífica um fluxo de 10 trilhões de neutrinos por cm^2 por segundo. Em 1956, usando o reator nuclear de Savannah River (Estados Unidos) e um detector de 400 l de cloreto de cádmio dissolvido em água, os físicos norte-ame-

ricanos Frederick Reines (1918-1999) e Clyde Cowan (1919-1974) detectaram pela primeira vez um neutrino. Hoje sabemos que é o parceiro do elétron, o ν_e . Por esse feito, Reines recebeu o prêmio Nobel de Física em 1995.

Alguns anos depois, em 1962, pesquisadores produziram um feixe intenso de neutrinos usando o acelerador de prótons do Laboratório de Brookhaven (Estados Unidos). Foram medidas 40 interações de neutrinos com o detector, seis acompanhadas por um elétron e 34 por um múon. Demonstrou-se, assim, a existência de um segundo tipo de neutrino, o ν_μ . Os autores da experiência, os físicos norte-americanos Melvin Schwartz (1932-), Leon Lederman (1922-) e Jack Steinberger (1921-), receberam o prêmio Nobel de Física em 1988.

Em 1975, foi descoberta nova partícula carregada, o tau, em experiência no SLAC (Stanford Linear Accelerator Center). Logo reconheceu-se que o tau era um lépton: uma partícula com muitas das características do elétron, só que 3.500 vezes mais pesada. Os decaimentos do tau exibiam o mesmo problema de energia faltante do decaimento beta que levou Pauli a prever a existência do neutrino. Sugeriu-se então a existência de um terceiro neutrino, associado ao tau.

Agulha no palheiro

Foi preciso esperar até hoje, 25 anos após a descoberta do tau, para observar diretamente o terceiro neutrino. Essa proeza exigiu um nível tecnológico muito avançado, não só do ponto de vista dos aceleradores como também dos detectores de partículas.

Os neutrinos são em geral produzidos junto com seus parceiros carregados: o ν_e é acompanhado do elétron, o ν_μ do múon e o ν_τ do tau. Isso significa que, para obter o ν_τ , é preciso produzir o tau, o que não é fácil. Para observar o ν_τ ,

foi usado o acelerador de prótons Tevatron, do Fermilab, onde se produziu um feixe de neutrinos suficientemente intenso, com uma contribuição apreciável de ν_e . Esse feixe foi dirigido a um alvo composto por quatro estações, feitas de placas de ferro dispostas entre placas de emulsão fotográfica, que registram a passagem das partículas carregadas. As chances de um ν_τ do feixe interagir com um núcleo de ferro são de cerca de uma em 1 trilhão.

Quando a interação ocorre, o tau é produzido, deixando seu traço sobre as camadas de emulsão. O tau percorre cerca de 1 a 2 mm antes de decair, 86% das vezes produzindo uma partícula carregada, acompanhada de um ou mais neutrinos. Como só partículas carregadas marcam a emulsão, a assinatura principal do tau é um traço reto que, após cerca de 1 mm, muda de inclinação formando um joelho, que indica seu decaimento. Um conjunto complexo de detectores eletrônicos é usado para identificar as partículas de forma mais precisa.

Foram necessários três anos de trabalho para que os 54 cientistas do grupo DONUT pudessem revelar a presença do tau em quatro das 6 milhões de interações registradas pelo experimento. Foi como encontrar uma agulha em um palheiro. A observação só foi possível graças à existência do Tevatron, ao desenvolvimento da eletrônica rápida e ao avanço das técnicas de emulsão. A experiência, que confirma o Modelo Padrão, encaixa mais uma peça no quebra-cabeças do universo. A história do neutrino deixa uma lição: nada que possamos imaginar é tão absurdo que não possa existir e nada que existe pode escapar para sempre à detecção do homem.

Renata Zukanovich Funchal

Instituto de Física,
Universidade de São Paulo

EM DIA

Pinturas rupestres feitas nos paredões calcários próximos ao núcleo museológico



FOTOS DE SÉRGIO FAJCI

Cachimbo histórico neobrasileiro

MUSEOLOGIA Relíquias arqueológicas são expostas onde foram encontradas, em Arcos, Minas Gerais

Um museu no cerrado

A bela paisagem cárstica situada entre os municípios de Arcos e Pains, no oeste de Minas Gerais, abriga um valioso e ainda pouco conhecido sítio arqueológico, com grande potencial para a realização de pesquisas. Caracterizado por seus enormes paredões de rochas calcárias, o carste – relevo que surge a partir da ação da água sobre o calcário e o dolomito – é um ambiente propício à formação de cavernas, que costumam guardar vestígios de interesse arqueológico e paleontológico.

Com o objetivo de preservar o patrimônio ambiental e histórico da região e incentivar atividades de pesquisa, acabam de ser inaugurados na Estação Ecológica de Corumbá, em Arcos, um núcleo museológico e um centro de educação ambiental, com o apoio da Companhia Siderúrgica Nacional, a CSN (ver 'Aberto para pesquisa'). Corumbá, que em língua

indígena significa 'local de difícil acesso', é uma reserva formada por vegetação de campos e cerrado, favorável à agricultura e à exploração mineral.

O núcleo museológico possui um centro de visitantes e, localizado no platô mais alto, um observatório, de onde se tem uma ampla vista da região. O projeto arquitetônico procurou alterar o menos possível o ambiente, tanto do ponto de vista estético quanto do ecológico. Usando pedras da mina da CSN, que fica próxima ao núcleo, a construção integra-se à paisagem natural, ficando relativamente mimetizada. O local da edificação foi também criteriosamente escolhido: uma pedreira desativada há 30 anos. "Procuramos construir o núcleo em uma área já impactada, de forma a não danificar outras áreas de preservação", diz Simone Rolla, arquiteta responsável.

indígena significa 'local de difícil acesso', é uma reserva formada por vegetação de campos e cerrado, favorável à agricultura e à exploração mineral.

O núcleo museológico possui um centro de visitantes e, localizado no platô mais alto, um observatório, de onde se tem uma ampla vista da região. O projeto arquitetônico procurou alterar o menos possível o ambiente, tanto do ponto de vista estético quanto do ecológico. Usando pedras da mina da CSN, que fica próxima ao núcleo, a construção integra-se à paisagem natural, ficando relativamente mimetizada. O local da edificação foi também criteriosamente escolhido: uma pedreira desativada há 30 anos. "Procuramos construir o núcleo em uma área já impactada, de forma a não danificar outras áreas de preservação", diz Simone Rolla, arquiteta responsável.



Urnas funerárias, as igaçabas

Acervo em exposição

A maioria das peças em exposição no centro de visitantes foi encon-

trada pelos próprios moradores da região e tem, no mínimo, 2 mil anos. Até a inauguração do museu, nenhuma das 120 peças catalogadas tinha sido encontrada a partir de escavações. Além dessas peças, o museu guarda ainda material cedido pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG) e por outras instituições brasileiras de pesquisa. Entre os achados, destacam-se utensílios cerâmicos, machados (pedra polida), cachimbos, fósseis humanos e urnas funerárias de formato cônico, nas quais as pessoas eram enterradas em posição fetal.

Segundo a arqueóloga Alenice Baeta, da equipe técnica do museu, “no período cerâmico (há cerca de 2 mil anos) os grupos enterravam seus mortos no interior dessas urnas, as igaçabas. Nas urnas maiores, a pessoa era encerrada na posição fetal; nas menores, os ossos eram descarnados e depositados posteriormente”.

Para Sérgio Bittencourt, diretor de proteção à biodiversidade do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG), um dos órgãos do conselho gestor do museu, “é louvável a iniciativa de se manterem as peças expostas no local onde foram descobertas”. No Brasil, lembra ele, em geral os museus situam-se nos grandes centros urbanos, distantes dos locais de coleta do acervo. Outro diferencial do núcleo museológico de Ar-

cos, em sua opinião, é o fato de funcionar como pólo irradiador de proteção à biodiversidade e como centro de educação ambiental.

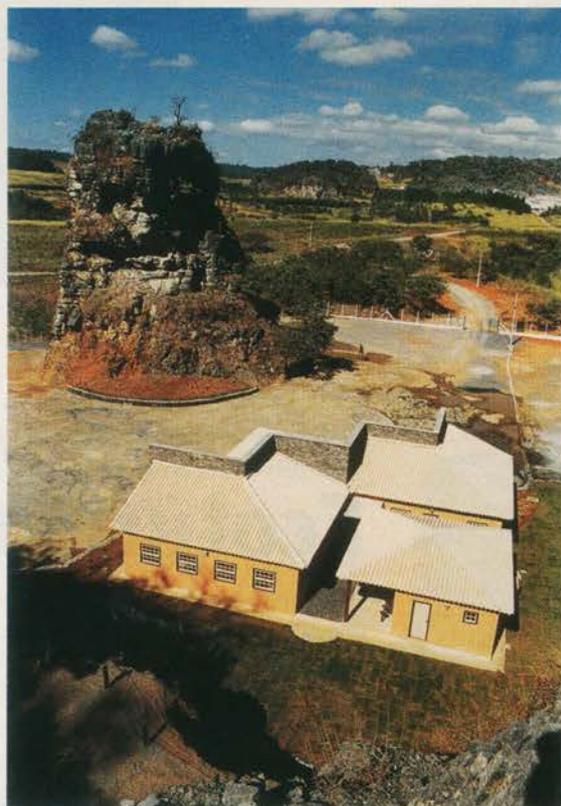
Enigma nas rochas

Nos paredões calcários localizados perto do centro de visitantes, encontram-se sítios com pinturas rupestres deixadas pelo homem pré-histórico cujo significado ainda se desconhece. Destaca-se o sítio de Posse Grande, um maciço calcário de 30 m de extensão que registra pinturas feitas com pigmentos de minerais diluídos em água, óleo ou sangue. “Como muitas vezes os pigmentos eram misturados a aglutinantes, com o tempo essas pinturas foram se tornando fixas, mineralizando-se”, explica a arqueóloga Alenice Baeta. A datação das pinturas é variada. As mais antigas têm de 8 mil a 7 mil anos e as mais recentes, 500.

Em virtude sobretudo de atos de vandalismo, as inscrições e as pinturas rupestres estão parcialmente destruídas. Mas as depredações deverão ser freadas diante dos esforços educativos que estão sendo empreendidos na área.

Tesouros nas cavernas

A região de Corumbá, que no passado geológico era coberta por mar, reúne um conjunto de aproximadamente 30 cavernas. Embora ainda não tenham sido suficientemente exploradas por pesquisadores, todas elas são abrigos poten-



Centro de visitantes do núcleo museológico de Arcos

ciais de importantes sítios paleontológicos. As que já foram exploradas revelaram achados significativos referentes à fauna do Pleistoceno (há aproximadamente 12-15 mil anos), que incluía, entre outras espécies extintas, preguiças gigantes, mastodontes e tigres-dente-de-sabre. Recentemente foi encontrado em uma das grutas da região o crânio de um mastodonte, *Haplomastodon waringii*, cuja réplica pode ser contemplada no museu (ver ‘O mastodonte de Pains’ em CH nº 140).

Além do crânio de *H. waringii*, foram encontrados também vestígios fósseis de espécies contemporâneas, como porcos-do-mato e morcegos, o que mostra que elas coexistiram com animais já extintos há milhares de anos. Pesquisas paleontológicas sistemáticas voltadas para o estudo da fauna da região devem ajudar os especialistas a compreender as razões da extinção de espécies.

Maya Mitre

Especial para *Ciência Hoje*/MG

ABERTO PARA PESQUISA

Com a inauguração do núcleo museológico e do centro de educação ambiental, a Estação Ecológica de Corumbá, que só pode ser utilizada para fins de investigação, abre-se à realização de projetos de pesquisas, atraindo o interesse de cinco áreas: espeleologia, arqueologia, paleontologia, história e geologia. Os projetos, antes de entrar em vigor, devem ser aprovados por um conselho gestor, formado pelo IEF/MG, Fundação Estadual do Meio Ambiente, PUC-Minas, Fundação da CSN e Secretaria de Estado da Cultura de Minas Gerais. A área, ainda carente de estudos sistemáticos, oferece amplas oportunidades de trabalho aos pesquisadores, uma vez que terá sua reserva técnica e funcionará como local de experimentação.



Acima, à esquerda, entrada da Gruta dos Viajantes, no Parque Estadual do Ibitipoca. À direita, ecoturistas seguem a trilha do Pico do Pinhão

ECOLOGIA Excesso de visitantes perturba integridade da reserva natural do Ibitipoca

Ecoturismo em alta

Recentemente chegou à Redação de *Ciência Hoje* carta de um leitor informando que o Parque Estadual do Ibitipoca, reserva natural da Zona da Mata mineira, recebe por ano um número de visitantes superior à capacidade de sua área, que é de 1.488 hectares. “Trilhas pisoteadas e lixo por toda a parte” são, segundo o leitor, as conseqüências mais evidentes dessa pressão sobre o parque.

Essas queixas vêm somar-se às denúncias contra a estrutura precária de muitos parques e reservas brasileiras feitas por organizações não-governamentais (ONGs) de defesa do meio ambiente, como o Fundo Mundial para a Natureza e a Conservation International. As leis que em princípio protegeriam as unidades de conservação, proibindo a exploração abusiva de recursos naturais e mantendo a integridade

dos ecossistemas, na prática não funcionam em virtude principalmente da carência de pessoal para fiscalizar as áreas e orientar a população.

O número máximo de pessoas que um parque pode receber resulta de um cálculo feito por administradores, pesquisadores, ONGs e a comunidade que vive sob sua influência. A chamada ‘capacidade de carga’ leva em conta, entre outros itens, área, estrutura, vege-

FOTOS ARQUIVO COMPANHIA TREKKING (BELO HORIZONTE)



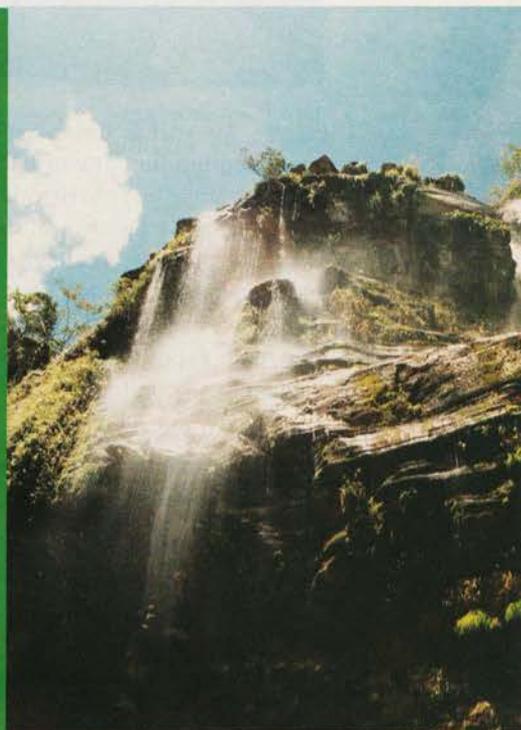
Vista parcial do Parque Estadual do Ibitipoca, mostrando o cânion do rio do Salto, que corta esse parque



CENÁRIO QUE ENCANTA

Situado nos limites dos municípios de Lima Duarte e Santa Rita do Ibitipoca, a 290 km de Belo Horizonte, o Parque Estadual do Ibitipoca é conhecido por suas belezas naturais, seu clima ameno, e por abrigar animais ameaçados de extinção, como o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), a onça-parda (*Puma concolor*), os primatas sauá (*Callicebus personatus*) e bugio (*Alouatta fusca clamitans*) e aves como o pavô (*Pyroderus scutatus*), o papagaio-chauá (*Amazona rhodocorytha*) e o pica-pau-rei (*Campephilus robustus*). As principais formações vegetais do parque são os campos de altitude com ancoramentos rochosos, uma exuberante mata atlântica e manchas de matas de pequeno porte, com predominância de candeias (*Vanillosmopsis erythropappa*). O destaque da flora fica com a grande variedade de orquídeas, bromélias e líquens.

Quem percorrer o parque ao entardecer verá os curiosíssimos andorinhões-de-coleira-falha (*Streptoprocne biscutata*) fazendo evoluções em torno da Gruta dos Viajantes, uma formação rochosa quartzítica. Após alguns vôos rasantes, essas aves que viajam do Norte ao Sul do Brasil, com uma parada no Sudeste, penetram na gruta e passam a noite agarradas às paredes das rochas graças a unhas fortes e finas, que tornam seus pés adaptados a pousos verticais.



tação e estágio das pesquisas sobre a fauna, a flora e o solo.

Segundo o gerente técnico do Ibitipoca, Paulo Roberto Tenius Ribeiro, o número de visitantes do parque (que atingiu 49.930 pessoas em 1999) é controlado na portaria, através da venda de ingressos. Nos acampamentos podem ser montadas até 50 barracas, em áreas específicas, com estrutura apropriada para evitar danos ao solo. Mas Ribeiro admite que o número máximo de turistas que podem visitá-lo por dia ainda não foi definido. "O problema está em discussão, devendo ser solucionado ainda este ano", diz.

O diretor de proteção à biodiversidade do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF), Sérgio Bittencourt, reconhece que é preciso reduzir o fluxo de turistas/dia no Ibitipoca. "Mas, uma vez que o limite de visitantes não foi estabelecido na época da abertura do parque, em 1988, fica difícil mudar as regras do jogo agora." Administrados pelo IEF, o Ibitipoca e o Rio Doce são os únicos parques de Minas Gerais abertos à população.

Na opinião de Bittencourt, a capacidade de carga dos parques deve ser estudada em projetos-piloto e estabelecida antes que

suas portas sejam abertas à visitação. É o caso do parque do Itacolomi, nas imediações de Ouro Preto (MG), aberto em julho, que poderá receber no máximo 100 turistas por dia. "O cálculo do número de visitantes/dia, ainda feito empiricamente, precisa levar em conta o equilíbrio entre a demanda da população e os cuidados necessários à conservação das reservas", acredita.

Com o boom do ecoturismo, as reservas naturais ficam mais expostas a atos predatórios, pois muitas empresas incentivam o turismo mas se esquecem de educar os visitantes. "As placas indi-

Cachoeira dos Macacos, uma das muitas quedas d'água do Parque Estadual do Ibitipoca

Corredeira do rio do Salto, no Parque Estadual do Ibitipoca



cativas das trilhas desaparecem com frequência, devendo ser constantemente substituídas”, conta o gerente técnico do Ibitipoca. Segundo ele, um novo projeto de instalação de placas educativas no parque está pronto e aguarda o surgimento de parceiros para ser executado.

Na entrada do parque, o visitante recebe um mapa da área e um saco de lixo, sendo convidado a ler seus regulamentos. Os interessados em informações adicionais podem recorrer ao centro de visitantes, que exibe painéis de pesquisas e promove palestras e mostras de vídeos. A coleta de lixo é seletiva, e todos são estimulados a usar os sacos de lixo durante os passeios, feitos sempre a pé, uma vez que os veículos motorizados não podem ultrapassar a área de estacionamento. Não se tem notícia de caça ilegal no parque, mas muitos visitantes transgridem as normas ao alimentar animais, sobretudo o lobo-guará, como meio de atraí-los para fotografias.

Nos dias de maior movimento – feriados e fins de semana – os guardas florestais fiscalizam as matas e os locais de maior movimento. Os proprietários de áreas

localizadas no entorno do parque são motivados pelo IEF a cuidar dos ‘corredores ecológicos’, prevenindo incêndios e aprendendo novas formas de manejo agro-silvo-pastoril. “É valorizando as reservas públicas e conscientizando a população da sua importância que vamos manter as unidades de conservação existentes e criar outras”, diz Bittencourt.

Limitar o número de visitantes a uma reserva é tarefa delicada. Afinal, não é fácil mandar de volta para casa uma família que planejou um fim de semana em contato com a natureza. Mas a medida é necessária para que a população e seus descendentes possam usufruir por muito tempo das delícias de um passeio ecológico.

Maya Mitre

Especial para *Ciência Hoje*/MG

SUCESSO EM FERNANDO DE NORONHA

Formado por 21 ilhas e conhecido por sua rica biodiversidade, o arquipélago de Fernando de Noronha prova que preservação do meio ambiente e turismo ecológico não se excluem. Embora o limite de turistas/dia no arquipélago (cerca de 450) tenha sido calculado empiricamente, Fernando de Noronha não tem enfrentado problemas desde a criação do Parque Nacional Marinho e sua transformação em Área de Proteção Ambiental. A chave do sucesso está na administração.

Os crimes ambientais são evitados graças à fiscalização do Ibama e ao apoio dos moradores, que orientam e advertem permanentemente os visitantes. Segundo Sérgio Salles Vaz, administrador da ilha principal, única habitada, a maior parte dos moradores e prestadores de serviço sabem da necessidade de preservar o ambiente em que vivem. “Uns por compromisso com a causa ambiental, outros pela consciência de que a degradação da natureza põe fim à sua principal e talvez única fonte de renda”, diz.

A cobrança de elevadas taxas de visita ajuda a garantir o bom estado de conservação da ilha, pois os recursos são captados com essa finalidade. A taxa obrigatória diária é inicialmente de R\$ 20 e cresce em progressão geométrica.

Iniciativas simples e eficientes, como a instalação da usina de tratamento de resíduos sólidos, também contam

pontos na conservação da natureza. Selecionado e reciclado, o lixo é reaproveitado no local. A propriedade de veículos é limitada, obedecendo normas rígidas.

A vegetação de Fernando de Noronha, típica do agreste nordestino, inclui o mangue insular, além de espécies de urtigas e a burra-leiteira, que podem queimar a pele. A vegetação nativa da ilha já foi bastante agredida. Entre 1737 a 1942 o arquipélago foi usado como presidio. Nesse período, foram cortadas muitas árvores para evitar a fuga de presos em balsas. Durante a ocupação norte-americana na Segunda Guerra grandes áreas foram desmatadas para a construção de uma pista de pouso e alojamento para 4.500 militares. As piscinas naturais do arquipélago abrigam uma extensa fauna marinha, destacando-se as tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*), protegidas desde a instalação do projeto Tamar, em 1984, e algumas espécies de golfinhos.

A pressão pelo aumento do limite de visitantes/dia, controlado pela venda de passagens aéreas, gerou o desenvolvimento de um plano de gestão, apoiado pelo Ministério do Meio Ambiente. O plano definirá a capacidade de carga e o modelo de turismo ideal para a ilha. Segundo Sérgio Vaz, a administração tomará como base o ecoturismo, considerando em primeiro lugar a preservação dos 26 km² do arquipélago e sua biodiversidade.

SAÚDE Aumento de infecções por estreptococos em recém-nascidos preocupa especialistas

Risco de vida no berço

O estreptococo do grupo B é o primeiro risco de infecções que os recém-nascidos enfrentam. Trata-se de uma bactéria agressiva que põe em risco a vida dos bebês e raramente é detectada por obstetras e pediatras no Brasil. Em menos de 24 horas de vida, os bebês infectados apresentam um quadro clínico precoce de septicemia (infecção generalizada), insuficiência respiratória e de múltiplos órgãos, que pode matá-los. A bactéria ainda pode provocar meningite, causando seqüelas neurológicas graves nos recém-nascidos ou mesmo a morte. Preocupados com o aumento da incidência da bactéria nas maternidades, um grupo de médicos do Hospital Maternidade Santa Joana, a maior clínica particular do ramo da capital paulista, vem estudando formas de prevenir as infecções por estreptococos.

Conhecida cientificamente como *Streptococcus agalactiae* e classificada como gram-positiva, a bactéria é transmitida pela mãe ao bebê durante o parto. Segundo a infectologista Rosana Richtmann, da Maternidade Santa Joana, registra-se no Brasil um caso de morte a cada 2.000 partos, o que representa, em média, uma perda a cada dois meses. "A prevenção depende muito mais do obstetra do que do próprio pediatra", alerta Richtmann.

Segundo a pesquisadora, a bactéria multiplica-se na vagina das gestantes, formando colônias. Ela pode causar infecções urinárias, no líquido amniótico e endometrite (infecção do útero no pós-parto). Estima-se que, só na cidade de São Paulo, de 15% a 20% das futuras mães – ou seja, duas em 10 mulheres grávidas –

estejam infectadas com estreptococos do grupo B. Cerca de metade dos filhos das portadoras nascem com a bactéria colonizada, mas apenas 2% deles desenvolvem a doença. Desse percentual, 70% acabam não resistindo.

A forma ideal de prevenção, para Richtmann, seria aplicar em todas as mulheres sexualmente ativas uma vacina que ainda está sendo desenvolvida na Universidade Harvard, nos Estados Unidos. Durante a fase de testes, os pesquisadores norte-americanos vacinaram 500 mulheres, alcançando ótimos resultados: 95% produziram anticorpos contra o estreptococo do grupo B.

Enquanto o medicamento não chega ao mercado, a prevenção pode ser feita através da desinfecção do canal de parto com clorhexidina, anti-séptico que diminui as chances de transmissão da bactéria materna para o bebê. Outra alternativa é o exame de cultura da secreção vaginal da gestante, que deve ser pedido pelo obstetra aproximadamente entre a 35ª e a 37ª semana de gravidez. Com esse exame, pode-se saber se a mãe é portadora ou não da bactéria. "Isso possibilita ao obstetra tomar as precauções necessárias na hora do parto, como a aplicação do antibiótico penicilina, que impede a transmissão do estreptococos para o bebê", explica Richtmann.

Existem ainda maiores fatores de risco para o bebê, como o de

bolsa rota durante mais de 18 horas e o de infecção urinária, porque a bactéria pode ter sido contraída durante a gestação atual ou em uma gravidez anterior. Nesses casos, cabe ao médico avaliar que procedimentos de prevenção devem ser tomados no parto, como anti-sepsia e aplicação de antibiótico profilático.

A equipe do Hospital Maternidade estuda o estreptococo do grupo B há nove anos, mas afirma que a bactéria continua desconhecida pela população e subestimada pelos próprios médicos. "As infecções por estreptococos são mais comuns que outras doenças, como a síndrome de Down e a rubéola, que tanto preocupam as gestantes", avalia a infectologista. "Mas o principal problema é a falta de conscientização dos obstetras brasileiros, que não cogitam a possibilidade de a gestante ser portadora e de haver transmissão durante o parto, o que impede o controle e a prevenção da doença."

Cristina Souto
Ciência Hoje/RJ



Perigo na esquina

Andar despreocupado pelos grandes centros urbanos, passear inocentemente em um parque ou jardim, criar pássaros em casa ou mesmo fazer uma simples faxina podem ser considerados comportamentos de risco. Estudo realizado pelo Centro de Pesquisa Hospital Evandro Chagas, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, em parceria com o Hospital de Doenças Infecto-contagiosas de Teresina e as universidades federais do Piauí, do Amazonas e de Roraima, apontou situações e localizações bastante comuns no dia-a-dia de qualquer cidade, em que há grande possibilidade de contaminação pelo *Cryptococcus*, fungo que causa meningite (inflamação das meninges, membranas que recobrem o cérebro e a medula espinhal).

Conhecido dos pesquisadores há bastante tempo, o *Cryptococcus neoformans* tem duas variedades: *neoformans* e *gattii*. Esse fungo pode causar uma micose (criptococose), que penetra no hospedeiro através da inalação pulmonar e se manifesta principalmen-

te no sistema nervoso central (SNC) na forma de meningite ou meningo-encefalite. Ao contrário do que ocorre com outros tipos de meningite (meningocócica, pneumocócica, por *Haemophilus* ou tuberculosa), ainda não existe vacina ou qualquer método que previna a meningite criptocócica.

“A única forma de reduzir os riscos de infecção é a informação. Sabendo onde se encontram esses fungos e quais são os indivíduos que têm maior probabilidade de ser contaminados, pode-se minimizar o contato”, alerta o pesquisador da Fiocruz e coordenador da pesquisa, Bodo Wanke.

A infecção pelo *Cryptococcus neoformans* ocorre, principalmente, em pessoas com alguma doença ou disfunção que diminua a resistência de seu sistema de defesa. Pode ser o caso de diabetes descompensado, de linfoma, de leucemia ou mesmo de Aids, que tornam o indivíduo mais frágil e mais suscetível à infecção. É comum também em pacientes que usam corticóides (imunossupressores) para o tratamento de colagenoses. “A doença, por si só,

deixa o sistema imunológico do paciente desregulado e propício à invasão pelo fungo. A pessoa tratada com corticóides, no entanto, acelera ainda mais o processo infeccioso, já que a substância favorece o desenvolvimento dos fungos”, explica Wanke.

Pombos e árvores

O *Cryptococcus neoformans* é um fungo bastante comum nas grandes cidades. Ele se alimenta de matéria orgânica em decomposição e de nutrientes encontrados em locais com grande concentração de aves, principalmente pombos. “Onde existe acúmulo de pombos, há o fungo e, também, o risco de infecção”, adverte o pesquisador. Mas o fungo, muitas vezes, pode estar dentro de casa. “A poeira doméstica pode estar contaminada pelo *Cryptococcus neoformans*. Analisamos cerca de 150 domicílios no Rio de Janeiro e constatamos que em 13% dos casos a poeira continha o fungo”, diz.

Os pesquisadores também encontraram fungos *Cryptococcus neoformans* colonizando ocos de árvores bastante comuns nas

Ocos de árvores com *Cryptococcus neoformans*, das variedades *gattii* e *neoformans*



grandes cidades: cássias rosas e amarelas, ficus, jamelões e oitis. Nesse caso, o fungo nutre-se através da decomposição da madeira. A incidência do fungo nessas árvores é bastante alta: entre 15% e 20% estavam contaminadas no Rio de Janeiro e em Teresina. É praticamente a mesma taxa de contaminação encontrada em habitats de pombos. Os pesquisadores acreditam ainda na existência de outras árvores colonizadas por esse fungo, como em Boa Vista (RR), onde um estudo preliminar apontou contaminação em árvores locais, como tento e mulungu.

“Todos nós entramos em contato com esse fungo diariamente nas grandes cidades. As pessoas imunologicamente normais, que não apresentam deficiências em seu sistema de defesa, convivem perfeitamente bem com a presença do *Cryptococcus neoformans* (fungo de baixíssima virulência) no ambiente. Apenas em momentos de quebra da vigilância ou de fragilidade momentânea (durante uma gripe ou em uma situação de estresse) o indivíduo pode desencadear um processo infeccioso”, explica o pesquisador.

Pessoas com imunodepressão (deficiência no sistema de defesa do organismo) não devem frequentar ambientes propícios ao desenvolvimento do fungo. É prudente, também, evitar criar pássaros em casa. “Quem leva periquitos, papagaios ou canários para dentro de casa precisa saber que pode estar levando junto o *Cryptococcus neoformans* e a possibilidade de desenvolver uma meningite”, alerta Wanke.

A variedade *gattii*, por sua vez, só é encontrada em determinadas regiões tropicais e subtropicais. Estudo desenvolvido nas regiões Norte e Nordeste do país detectou o fungo em Roraima, no Amazonas e no Piauí. Inicialmente relacionado a eucaliptos, o *C. neoformans gattii* foi observado em cássias rosas e ficus da praça cen-

tral de Teresina. Além disso, foram encontrados alguns ocos de cássias rosas com as duas variedades de *Cryptococcus*, fato até então inédito. O *Cryptococcus neoformans gattii*, ao contrário da variedade *neoformans*, atinge preferencialmente indivíduos imunocompetentes, ou seja, pessoas saudáveis, sem qualquer deficiência no sistema de defesa. “Ainda não sabemos por que ela atinge preferencialmente pessoas saudáveis”, diz Wanke, “mas, quando o fungo contamina o imunodeprimido, o faz de forma bastante intensa”.

Outro fato inédito na literatura médica descoberto pelos pesquisadores é que pelo menos um terço dos pacientes com a micose provocada pela variedade *gattii* nas regiões Norte e Nordeste tem menos de 15 anos. “O fungo atinge pessoas jovens e crianças, com elevada taxa de letalidade; muitos dos que sobrevivem têm perda parcial ou total da visão”, afirma Wanke, baseado em dados do Hospital de Doenças Infecto-contagiosas de Teresina e do Instituto de Medicina Tropical de Manaus e de Belém.

Diagnóstico tardio

Apesar de ser de fácil diagnóstico, a meningite ainda vem sendo detectada muito tardiamente. Seus sintomas, semelhantes aos de outras doenças, confundem os médicos. “A fase não-aguda da doença é lenta e progressiva. Durante semanas e até meses, o paciente apresenta rigidez na nuca, dores de cabeça agudas, febre, dores musculares, fraqueza e vômitos, ou seja, nenhum sintoma muito característico.” A demora no tratamento, quando não leva a pessoa à morte (o que ocorre em aproximadamente 30% a 60% dos casos), pode deixar seqüelas bastante graves: cegueira parcial ou total, surdez, hidrocefalia e distúrbios mentais.

O tratamento da meningite



***Cryptococcus neoformans* no líquido cefalorraquidiano em caso de meningite**

criptocócica se dá, preferencialmente, através de remédios antifúngicos combinados. O paciente deve tomar os medicamentos até que o seu sistema imunológico se restabeleça. No caso dos pacientes com fragilidade temporária do sistema imunológico, o tratamento pode levar de três a cinco meses. Já os pacientes imunodeficientes (que têm níveis de linfócitos muito baixos) precisam tomar o remédio enquanto a deficiência do sistema de defesa persistir.

Enquanto a cura não vem, os pesquisadores buscam mais informações para lidar melhor com o diagnóstico e tratamento da micose. “Nosso objetivo é estender o estudo de casos a outras regiões do país para coletar dados nacionais sobre a incidência do fungo e da doença. Queremos criar uma rede nacional de pesquisa e estudo sobre a criptococose”, adianta Wanke. O projeto deve incluir estados das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste.

A importância do estudo pode ser medida pela repercussão dos resultados obtidos em centros de pesquisa nacionais e internacionais. “Diversos grupos que estudam a doença em outros países (Colômbia, Austrália, Bélgica, Holanda, Inglaterra, Espanha e Estados Unidos) mostraram interesse pelas descobertas que fizemos”, diz o pesquisador.

Ângela Góes

Ciência Hoje/RJ

As abelhas e a riqueza nacional

Há 140 anos, o evolucionista inglês Charles Darwin (1809-1882) observou que o número de mamangabas (um tipo de abelha) em uma cidade inglesa dependeria, em grande parte, do número dos ratos silvestres que destroem seus ninhos. Já o número de ratos seria influenciado pelo de gatos, e o número destes dependeria, além da presença de ratos e de abelhas, da quantidade de certas flores que elas visitam. Ele reconheceu, assim, que os polinizadores são importantes elos de ligação entre outras espécies. No entanto, quase um século e meio depois, nosso conhecimento sobre as interações entre polinizadores e plantas ainda é incipiente, em especial em formações vegetais tropicais. Nos trópicos, o número de espécies polinizadoras e de plantas é muito grande, mas o de pesquisadores é mínimo.

Plantas e polinizadores interagem pelo menos há 150 milhões de anos (período Cretáceo), de acordo com registros de fósseis de pequenas vespas que polinizam figos silvestres. Atualmente, estima-se que, das 250 mil espécies de plantas com flores (angiospermas), 90% são polinizadas por animais, especialmente insetos. Os polinizadores são tão importantes para a reprodução das plantas quanto a luz e a água para o seu crescimento. Mas também são essenciais para a espécie humana: dependemos das plantas, e portanto da po-

linização, para obter alimentos, fibras (algodão, linho etc.) e inúmeros outros produtos. Isso significa que as interações entre animais e plantas também nos afetam diretamente.

Essa dependência humana em relação à polinização – e aos polinizadores – é, no entanto, ignorada por grande parte dos políticos, dos empresários rurais e dos industriais do setor alimentício. A prática geral dos setores econômicos que dependem das plantas

polinizadores é praticamente desconhecido para a maioria dos habitantes da Terra, embora os cientistas já tenham identificado de 20 mil a 30 mil espécies, todas visitantes de flores. No entanto, 85% dessas espécies são de abelhas 'solitárias', assim chamadas porque não fazem colméias nem produzem mel, sendo por isso ignoradas. Tais abelhas são, em geral, especializadas na polinização de grupos específicos de plantas, auxiliando sua reprodução e indiretamente gerando alimento para as abelhas melíferas, que em geral visitam qualquer tipo de flor. O problema é que atualmente, por causa do uso sistemático de agrotóxicos em extensos monocultivos, da introdução de espécies exóticas de plantas e animais e da fragmentação dos habitats, todas as abelhas – exceto *Apis mellifera*, a mais utilizada para criação – mostram redução populacional. Essa perda de espécies polinizadoras poderá acarretar a eliminação de plantas que delas dependem para sua reprodução.

O primeiro simpósio mundial sobre conservação de abelhas, promovido em Londres, em 1995, pela Linnean Society, discutiu a importância desses insetos para plantas cultivadas e nativas, o papel que exercem em seus habitats, os efeitos da degradação ambiental nas comunidades de abelhas e os tipos de manejo que as



Os polinizadores são tão importantes para a reprodução das plantas quanto a luz e a água para o seu crescimento. Mas também são essenciais para a espécie humana: dependemos das plantas, e portanto da polinização, para obter alimentos, fibras e inúmeros outros produtos

visa à obtenção do maior lucro possível, sem preocupações com os impactos ambientais decorrentes. Todos, porém, precisam estar conscientes quanto à importância da introdução de práticas conservacionistas que mantenham os polinizadores e os serviços que nos prestam.

Um bom exemplo está nas abelhas. Esse grupo importante de

beneficiam. Um novo conceito foi proposto no simpósio: o de habitats compartilháveis, áreas distintas onde as abelhas podem instalar suas colméias ou buscar alimento – a destruição de apenas um desses habitats pode causar o declínio das populações.

Em São Paulo, em 1998, pesquisadores e integrantes da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura discutiram, no primeiro *workshop* internacional sobre conservação e uso sustentável de abelhas na agricultura, várias questões importantes que ficaram sem respostas, em função da escassez de pesquisas da relação entre polinização e agricultura. Uma dessas questões é o impacto da introdução de polinizadores exóticos sobre os polinizadores nativos.

Esse impacto pode ser exemplificado com as abelhas melíferas sem-ferrão nativas do Brasil (mandacari, urucu e outras). Talvez a principal causa da ameaça de extinção que paira sobre essas espécies seja sua capacidade competitiva inferior à de *Apis mellifera*. Essa abelha exótica é uma boa espécie polinizadora, mas para apenas 15% das 250 mil espécies de angiospermas. As 85% restantes são polinizadas por mais de 200 mil espécies de animais. Assim, apenas uma espécie de abelha não pode substituir os demais polinizadores, o que inclui outras abelhas, moscas, mariposas, borboletas, pássaros e morcegos. Questões de igual importância são o efeito do uso de pesticidas nos polinizadores e o valor econômico da polinização.

Grande parte do que se sabe sobre a biologia das abelhas deve-se ao interesse econômico de seus produtos: mel, cera, própolis. Nem sempre se leva em conta que um terço do alimento consu-



A dependência humana em relação à polinização é ignorada por grande parte dos políticos, dos empresários rurais e dos industriais do setor alimentício. A prática geral dos setores econômicos que dependem das plantas visa à obtenção do maior lucro possível, sem preocupações com os impactos ambientais decorrentes

mido no mundo depende da polinização. Só na União Européia calcula-se que 84% das 264 espécies de culturas dependem da polinização por insetos. O valor monetário dos 'serviços' prestados por um ecossistema – os benefícios resultantes de seu uso e sua conservação – podem ser estimados. Tal valor foi estimado, para o conjunto de todos os ecossistemas da Terra, em trabalho publicado no *Annual Review of Ecology and Systematics* em 1998, em mais de US\$ 33 trilhões anuais. O valor apenas dos serviços da polinização de lavouras seria de US\$ 200 bilhões anuais (de US\$ 20 a 40 bilhões apenas nos Estados Unidos). Argentina e Chile gastam centenas de milhares de dólares para importar uma espécie de abelha (*Megachile*) para a polinização da alfafa. Israel usa outra espécie (*Centris*) para polinizar o tomateiro. Na Rússia, de 1994 a 1996, 70 agrofirmas importaram (de Israel, Alemanha e Bélgica) 7 mil colônias de *Bombus terrestris* (mamangaba) para polinizar tomateiros e outras plantas da mesma família.

O conhecimento da polinização por abelhas, principalmente para as regiões tropicais, ainda é limitado. No Brasil, por exemplo, a caatinga, a floresta amazônica e a mata atlântica são áreas pouco estudadas, entre outros moti-

vos, pela dificuldade metodológica de chegar às copas das árvores (onde estão flores e abelhas) e do pouco incentivo a estudos de longo prazo. Além disso, o ritmo de desmatamento e degradação de habitats tem sido intenso nessas regiões. Só isso já justificaria o aumento de estudos biológicos sobre a interação de abelhas e plantas, bem como a criação de parques e reservas em áreas carentes de informações. É preciso estudar inclusive quais as dimensões de áreas, o grau de isolamento e integridade estrutural e outros requisitos necessários para manter as populações estáveis. Qual o número mínimo de colônias necessário, por exemplo, para que uma espécie persista em um fragmento florestal? A resposta depende de estudos específicos, da conservação de fragmentos florestais e, principalmente, da existência de pesquisadores.

Dado o tamanho do território brasileiro, que montante deveria ser aplicado para formar pesquisadores nessa importante área da ecologia? Qual o valor das perdas resultantes da falta de estudos de biologia de polinização? Responder a essas questões é um desafio, que deve ser feito aos governantes, políticos e planejadores brasileiros. Talvez, conhecendo o valor das perdas, e a importância da polinização animal para a economia do país, os polinizadores – como as abelhas – sejam vistos com outros olhos.

Yasmine Antonini

Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Minas Gerais

Rogério Parentoni

Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Minas Gerais

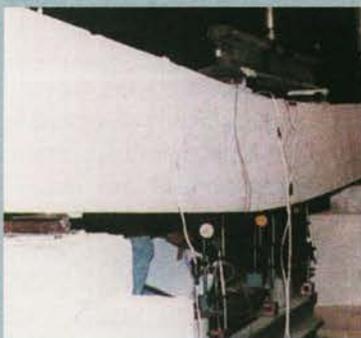
Carga pesada

Imagine uma ponte projetada para o tráfego de carros de passeio, que ao longo dos anos começa a ser liberada para caminhões de carga e ônibus. Ao submeter as estruturas dessa ponte a um esforço maior do que o planejado inicialmente seria necessário adotar um projeto de reforço para recuperação das estrutu-

ou vire depósito precisa de revisão na sua estrutura. As novas utilizações acarretam aumento de sobrecargas não previstas durante a construção”, explica Borja. Entre as aplicações da pesquisa, pode ser citada, por exemplo, a recuperação de edifícios tombados como patrimônio público que necessitam de reforço.

das que precisavam suportar quantidades de peso superiores às estabelecidas na sua planta original.

Para Edilberto Borja, os erros de projeto, de execução ou a falta de manutenção das estruturas aumentam a necessidade de reforçar e reparar os danos. “Muitas vezes essa solução torna-se mais



A primeira fase do estudo consiste em testar a viga original. O resultado são fissuras posteriormente recuperadas



A parte inferior da viga recebe nova armadura (ferragem) de reforço, o que aumenta a altura em torno de 5 cm, dobrando a capacidade de carga



Chapas de aço em formato de 'U' são coladas às vigas para reforçá-las, para então serem submetidas ao esforço de porte

ras de concreto, evitando o comprometimento da sua estabilidade. Diante da crescente demanda por estudos nessa área, o mestre Edilberto Borja e seu professor Paulo Régis, do Departamento de Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), começaram há cerca de um ano a pesquisar o comportamento de vigas de concreto armado.

Os estudos desenvolvidos possibilitam a duplicação da capacidade de carga de uma determinada estrutura. “E isso não se restringe às pontes. Um prédio de salas comerciais que passe a abrigar uma academia de ginástica

Segundo o coordenador da pesquisa, Paulo Régis, a idéia inicial era verificar o comportamento de uma viga reforçada com as técnicas e os modelos teóricos disponíveis ao duplicar a sua capacidade de carga. Durante o estudo, foram realizados testes para medir a flexibilidade e a força portante (limite de carregamento que um determinado elemento estrutural suporta) das vigas de concreto com a adição de uma nova armadura longitudinal de tração, aumentando assim a altura da viga original para resistir ao esforço de flexão. Os resultados dos testes determinaram o que era necessário para garantir o reforço das estruturas já construí-

econômica do que a demolição para posterior reconstrução”, completa o engenheiro.

Para a primeira etapa da pesquisa, foram confeccionadas cinco vigas de concreto armado, apoiadas com armadura longitudinal interna de tração, composta por três barras de ferro de 12,5 mm de diâmetro. Após 45 dias do processo de concretagem, as vigas foram submetidas até o limite de aproximadamente 80% da carga suportável antes da ruptura total, deixando-as danificadas, para posteriormente serem recuperadas.

Na segunda fase, iniciou-se o processo de reforço, ao adicionar uma nova armadura na sua

parte inferior, aumentando a altura da viga em torno de 5 cm. Para reforçar o esforço cortante (capaz de provocar uma cisão), chapas de aço em forma de 'U' foram coladas lateralmente às vigas com resinas à base de epóxi (adesivo estrutural usado em reforços e recuperação). As vigas foram submetidas novamente às forças de flexão e esforço cortante até sua total ruptura. Isso permitiu observar o comportamento das vigas para reestruturá-las com, no mínimo, uma carga de ruptura duas vezes maior.



FOTOS: CEDIJAS POR ENILBERTO BOIRA

As vigas são testadas novamente até se romperem para avaliar a capacidade máxima de tração

Além dos trabalhos conduzidos na UFPE, inúmeras pesquisas na área de reparo e reforço em estruturas de concreto armado vêm sendo desenvolvidas em diversas universidades brasileiras, com o objetivo de elaborar novas técnicas e especificações que possam dar suporte para uma adequada intervenção do homem. "Apesar de existirem diversas técnicas de reforço de estruturas e diferentes modelos matemáticos para previsão do comportamento das vigas, ainda não existe uma norma técnica sobre o assunto", destaca Régis.

Cristina Souto
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA

VIAGRA PODE SERVIR À BEXIGA

O citrato de sildenafil, conhecido como Viagra e recomendado em casos de impotência sexual, pode melhorar as funções da bexiga afetada por cistite hemorrágica. A nova ação da substância foi verificada em pesquisa realizada na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da USP, pela equipe do professor Haylton Jorge Suaid. A pesquisa recebeu o prêmio "Campos Freire", no último Congresso Brasileiro de Urologia, realizado no Rio de Janeiro, no final de 1999.



A cistite hemorrágica provoca várias disfunções no sistema urinário, entre as quais a falta de controle ou dores no ato de urinar. Realizada em ratas, a pesquisa mostrou que o citrato de sildenafil corrigiu a função da bexiga, provocando o aumento da força e do tempo de contração do órgão.

O fato está intrigando os pesquisadores, uma vez que o viagra é reconhecido como relaxante muscular. "No caso de seu uso na bexiga, no entanto, a substância aumentou a ação muscular", explica Suaid. A intenção dos pesquisadores é continuar os estudos para encontrar uma explicação para a ação antagônica da substância descrita pela equipe. Testes clínicos em humanos ainda não estão previstos, mas pretende-se realizá-los, assim que possível, em portadores de cistites intensas.

TECNOLOGIA

SOLUÇÃO PARA OS RESÍDUOS DE COURO

Resíduos de couro são um dos problemas de poluição mais crônicos entre os rejeitos industriais. Isso porque, para evitar o apodrecimento, o couro passa por um processo de tratamento na indústria, que consiste em curtir-lo com cromo — elemento altamente tóxico. Fernando Piazza Recena, pesquisador do Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS), encontrou uma solução para reaproveitar esses resíduos. Desenvolveu um processo de beneficiamento de retalhos ou aparas de couro que reduz o fragmento a pequenas fibras semelhantes a um chumaço de algodão.

"Misturamos o couro desfibrado com cimento, água e aditivos para produzir um tipo de fibrocimento", explica Recena, lembrando que o couro sequer pode ser queimado, pois os elementos químicos tóxicos volatilizam e saem com a fumaça, poluindo a atmosfera. O fibrocimento apresenta resistência à tração muito superior àquela normalmente verificada em pastas de cimento comuns. Essa resistência se dá graças à afinidade da pasta de cimento com as fibras de couro que podem ser consideradas mineralizadas ao final do processo de curtimento. A densidade do material de cerca de 1,5 (menor que a densidade do cimento comum) ainda tem como propriedade um bom desempenho térmico e acústico.

O produto desenvolvido pode ser aplicado na fabricação de placas de sinalização viária, telhas e pisos mais delgados, leves e resistentes. Há três anos, Fernando Recena trabalha nessa pesquisa realizada em parceria com a Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (Cientec), cujo Departamento de Engenharia de Edificações é gerenciado pelo pesquisador. "Atualmente, trabalho em uma segunda fase da pesquisa para fabricar painéis pré-moldados para a construção de casas populares", completa.

TECNOLOGIA

ROUPA CONTRA AGROTÓXICOS

Uma vestimenta mais confortável e especial para lidar com agrotóxicos foi criada pelo engenheiro agrônomo Joaquim Gonçalves Machado Neto, do Departamento de Fitosanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, em Jaboticabal (SP). Confeccionada com plástico impermeável, a roupa protege a parte frontal do corpo (frente do tórax, coxas e pernas) do trabalhador e deixa livre as costas, permitindo assim trocas de umidade e temperatura da pele com o ar.

Trabalhando no projeto desde 1990, Machado Neto é o inventor e a Unesp a titular da patente expedida em maio de 1998. Desde então, ambos vêm divulgando o chamado equipamento de proteção individual na busca de um fabricante interessado em adquiri-lo e comercializá-lo.

Durante sua pesquisa, Machado Neto pôde observar um grave problema na interpretação das leis que recomendam o uso de equipamentos de proteção individual que controlam as exposições ocupacionais: eles estão sendo recomendados com base apenas na classe toxicológica dos agrotóxicos, quando, segundo Machado Neto, o correto seria considerar também como fator de risco a exposição ao defensivo agrícola. "A exposição não tem nada a ver com a toxicidade, uma é proporcionada pela condição de trabalho e a outra é característica de cada agrotóxico", explica.



MEDICINA

MÚSICA PARA AS DORES CRÔNICAS

Pacientes com dores crônicas, causadas principalmente por problemas na coluna, dor muscular esquelética generalizada (fibromialgia) e lesões por esforços repetitivos (LER), estão sendo tratados com música no Hospital das Clínicas (HC), em São Paulo. A música faz parte do acompanhamento semanal que os pacientes com dores crônicas recebem no hospital. Além dessa prescrição, os pacientes são orientados a incorporar a música em seu dia-a-dia, como um tratamento complementar ao que vêm fazendo normalmente.

Pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas revelaram que a música produz efeitos fisiológicos no homem, como alterações nas frequências cardíaca e respiratória, pressão arterial, relaxamento muscular e redução de estímulos sensoriais. "Quando ensinado a perceber a música, o paciente deixa de perceber a dor", diz a enfermeira Eliseth R. Leão, responsável pelo programa no HC. Há cinco anos estudando o assunto, que foi o tema de seu mestrado e será também o de seu doutorado, a pesquisadora explica que a música altera o foco de percepção do cérebro fazendo com que a pessoa deixe de prestar atenção na dor. "A música induz o relaxamento muscular e a liberação de endorfinas, o analgésico natural do organismo. Com ela, observamos melhora que varia entre 70% e 100% nas dores", diz a enfermeira.

Da perspectiva dos pacientes, as sessões terapêuticas representam momentos de alívio ou mesmo de ausência total de dor. "Para pessoas que já foram submetidas a praticamente todos os recursos analgésicos, incluindo a morfina, meia hora sem dor, à base de música, é um alívio considerável", diz Eliseth Leão.

FÍSICA

MATERIAIS RESISTENTES NA MIRA

Uma descoberta no campo da física da matéria condensada pode levar à produção de materiais com interessantes propriedades termodinâmicas a partir de precursores naturais. Esse é o benefício que a pesquisa dos físicos Jair C. C. Freitas e Francisco Emmerich, da Universidade Federal do Espírito Santo, e de Tito Bonagamba, do Instituto de Física de São Carlos (USP), pode trazer à indústria de materiais. Em sua tese de doutorado em física aplicada, desenvolvida no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,

UFRJ DESENVOLVE TREM QUE LEVITA

Uma nova tecnologia capaz de fazer um trem levantar a 400 km/h está sendo desenvolvida no Laboratório de Aplicações de Supercondutores (Lasup) da Escola de Engenharia da UFRJ. A equipe de pesquisadores pretende revolucionar os meios de transporte no Brasil com o Trem de Levitação Magnética (TLM), conhecido internacionalmente pela sigla Maglev, que levita a 1 cm dos trilhos e pode fazer o percurso entre Rio de Janeiro e São Paulo em apenas 60 minutos.

Coordenado por três professores da UFRJ – Roberto Nicolsky, do Instituto de Física, Richard Stephan e Rubens de Andrade Júnior, da Escola de Engenharia –, o projeto traz o diferencial de só usar a energia elétrica para o funcionamento do motor que movimenta o veículo. Ao contrário de outros trens atualmente em teste na Coreia, na Alemanha e no Japão, o TLM brasileiro não usa a eletricidade para levitar.

A técnica de flutuação é uma solução inovadora e se baseia na repulsão entre ímãs permanentes e blocos maciços supercondutores, que substituem as rodas.

O supercondutor é um composto de ítrio, bário, cobre e oxigênio (YBCO). Localizados em recipientes térmicos nas laterais do trem, os blocos supercondutores reagem ao campo magnético dos ímãs (presos ao trilho) somente quando o nitrogênio, em estado líquido, é colocado nesses recipientes, refrigerando os blocos de YBCO a uma temperatura negativa de 196°C. O resfriamento transforma os blocos em supercondutores que, nesse estado, geram um campo magnético de repulsão aos ímãs dos trilhos.

A pesquisa está em fase inicial e, segundo os pesquisadores, a construção do trem só será possível em cerca de sete anos. O principal objetivo da equipe é desenvolver uma tecnologia viável a ser implantada no Brasil que possa atender à demanda de transporte rápido entre as principais metrópoles do país. Nicolsky defende a tese de que as tecnologias relevantes para nossa economia precisam ser desenvolvidas aqui. “Para a população, o TLM significa mais rapidez e maior segurança e regularidade, além de economizar energia e reduzir a poluição.”



A tecnologia desenvolvida na UFRJ não usa eletricidade para fazer o trem levitar. A foto mostra um rotor duplo levitando sobre blocos supercondutores

cas, no Rio de Janeiro, Freitas descobriu que o elemento químico silício (Si) está parcialmente associado ao carbono (C) que compõe as cascas de grãos de arroz, geralmente descartadas no processo de industrialização do alimento.

Já se sabia que o silício existe em vegetais como o arroz e o endocarpo de babaçu, mas, segundo o físico, esta é a primeira vez que é encontrada uma evidência direta de sua ligação com o carbono em materiais naturais. O dióxido de silício (sílica) ocorre em grande concentração (em torno de 15% a 20% em massa) nas cinzas derivadas da casca de arroz. Com uso da técnica de ressonância magnética nu-

clear, porém, Freitas descobriu que nas amostras naturais existe, além da sílica, uma considerável quantidade de silício diretamente associada à parte orgânica do material.

“A associação Si-C é um ponto de partida para a preparação de materiais com alta resistência mecânica em altas temperaturas – propriedade típica de materiais carbonosos – e que podem possuir boa capacidade de resistência à oxidação”, sugere o físico. A pesquisa ainda pode ser interessante para desenvolver outras aplicações do silício que não as derivadas da sílica, geralmente usada para fabricar concreto, tijolos e materiais refratários.



Laury Cullen Jr.

IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas

Pontal do Paranapanema: reforma agrária com conservação

O Planalto Central abriga o ecossistema mais fragmentado e ameaçado da mata atlântica brasileira. No Pontal do Paranapanema, extremo oeste do estado de São Paulo, encontra-se a maioria de seus remanescentes florestais. A região tem sido palco de intensas e violentas disputas de terra, o que vem determinando o destino de suas florestas. Um trabalho conjunto de educação e desenvolvimento ambiental entre os assentados rurais, instituições do governo e organizações não-governamentais pode fazer com que a necessária conservação dos ecossistemas ocorra paralelamente à esperada reforma agrária.

Um dos biomas mais ameaçados do mundo, a mata atlântica corre risco de desaparecimento total. Sua destruição deve-se principalmente à ação do homem. Com sua cobertura florestal fragmentada e hoje reduzida a 0,8% de nosso território, ela ainda detém um dos maiores índices de diversidade biológica do planeta: 7% das espécies existentes, muitas das quais endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.

Grande floresta estacional semidecidual (em que grande parte das espécies arbóreas der-

rubam suas folhas durante os meses mais secos do ano), a mata atlântica estendia-se para oeste da encosta atlântica em regiões do Planalto Central. Por causa do desmatamento, as florestas do Planalto constituem atualmente o ecossistema mais fragmentado e ameaçado da mata atlântica. A maioria de seus remanescentes florestais (84%) com mais de 500 hectares (ha) encontra-se no Pontal do Paranapanema, divididos em uma área pública (o Parque Estadual do Morro do Diabo, com 36 mil ha), propriedades

particulares e assentamentos rurais (figura 1). As áreas protegidas somam menos de 1% da superfície do estado e oficialmente preservam apenas 26% das florestas.

Apesar de poucos e pequenos, esses fragmentos ainda abrigam uma fauna e uma flora muito diversas, incluindo dois dos primatas mais ameaçados do mundo, o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) (figura 2) e o mono-carvoeiro ou muriqui (*Brachyteles arachnoides*). Também ocorrem ali outras espécies ca-

racterísticas de ambientes pouco alterados, como a maioria dos grandes ungulados e os grandes carnívoros neotropicais – entre eles, a onça-preta (*Panthera onca*), uma das espécies mais raras e belas da mata atlântica.

Como em outros países da América Latina, a luta pela posse da terra no Brasil tem determinado o destino de algumas florestas. Com um dos maiores índices de concentração fundiária do mundo, o país tem sido palco da luta do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), que defende a reforma agrária e a justiça social.

Alvo de titulações obscuras de terras, grandes propriedades improdutivas e especulação imobiliária, o Pontal do Paranapanema é hoje conhecido como região de conflitos violentos e intensas disputas fundiárias (figura 3). Nessa região, há cerca de 5.400 famílias assentadas pelo MST e mais de mil acampadas esperando por um pedaço de terra. Cada família acaba se estabelecendo em lotes de aproximadamente 15 ha, agrupados em glebas ou assentamentos rurais.

Mas como a luta pela terra tem afetado o destino dos fragmentos florestais do Pontal? Ou ainda, como essas ocupações têm influenciado a paisagem regional, onde pastagens, fragmentos florestais e sem-terras são as principais peças desse tabuleiro socioambiental? Parte das terras arrecadadas para o MST tem sido áreas marginais no entorno desses fragmentos de floresta. A dinâmica de transferência de posse, paralelamente ao avanço da reforma agrária na região, está cada vez mais ‘cercando’ essas últimas ilhas de biodiversidade com assentamentos de trabalhadores rurais sem terra. Os fragmentos, por sua vez, são agredidos por serem considerados pelos assentados como de baixo valor social, espiritual e econômico.



Figura 1. Imagem de satélite do Parque Estadual do Morro do Diabo e, em seu entorno, outros fragmentos florestais da região do Pontal do Paranapanema

Isso não ocorre entre indígenas e outros grupos tradicionais. Comunidades locais, que têm convivido por longo período com fragmentos florestais, costumam adotar sistemas de vida intimamente ligados a eles. Nesses grupos, os fragmentos florestais são considerados importantes econômica e socialmente, sendo valorizados, manejados e protegidos. Eles podem ser concebidos como espaços sociais moldados pelo uso e valor agregado pelo homem. Sua sobrevivência deve-se ao valor a eles atribuído pelas comunidades tradicionais. Mas há situações em que o benefício e o uso desses fragmentos passam despercebidos e eles deixam de ser considerados econômica e socialmente produtivos para constituir meros espaços físicos.

Esse parece ser o caso dos fragmentos de matas do Planalto Paulista, especialmente da região do Pontal do Paranapanema. Comunidades tradicionais não aparecem no cenário da recente ocupação de terras no Pontal. Dificul-

dades econômicas, políticas e demográficas – antigas e atuais – vêm provocando o isolamento físico e social dos fragmentos florestais da região, o que não tem garantido sua sobrevivência. Além disso, as leis de proteção florestal não são totalmente aplicadas, sobretudo pela incapacidade de atuação dos órgãos fiscalizadores.

A falta de uma tradição florestal por parte da maioria dos assentados, a crescente concentração de famílias e o pequeno tamanho dos fragmentos florestais no Pontal são os principais fatores que descaracterizam as florestas como possíveis fontes de ‘subsídio’: desde a coleta de plantas com valor medicinal, nutricional e comercial até uma caça de subsistência. Conseqüentemente, a maioria desses fragmentos, apesar de ocorrerem no ‘fundo do quintal’ de muitos lotes rurais, estão alienados do dia-a-dia dos assentados, são pouco valorizados e acabam provocando uma exploração predatória e não-sustentada dos recursos naturais.

As atividades de caça na região são de cunho recreativo e esportivo, e não de subsistência ou comercial. Isso deve-se à falta de tradição, ao pequeno tamanho de muitos dos fragmentos e à baixa biomassa de animais silvestres remanescentes. A proteína e a renda obtidas a partir da caça ilegal são insignificantes para a maioria dos assentados. Entretanto, a caça cumpre uma função social ao oferecer diversificação da dieta e da rotina das pessoas.

Do ponto de vista biológico, são vários os argumentos em defesa da valorização e conservação dos fragmentos florestais. Além de abrigarem grande parte da fauna e flora originais da região, eles são essenciais à manutenção da integridade ecológica regional. Em segundo lugar, alguns desses fragmentos são formados por matas de galeria, o que assegura a proteção de recursos hídricos e a conservação de solos. Fragmentos florestais podem também funcionar como 'trampolins ecológicos' (do inglês, *stepping stones*), facilitando a dispersão e o fluxo gênico regional, ao mesmo tempo em que servem como sítios de reprodução para algumas aves migratórias. Finalmente – e mais importante – é o fato de os fragmentos do Pontal representarem as últi-

mas 'sementes' desse ecossistema ameaçado de extinção e de serem indispensáveis para projetos de recomposição florestal.

Com o objetivo de incorporar práticas ambientais ao modelo de reforma agrária do Pontal, o IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas vem procurando implementar um Programa Integrado de Conservação e Desenvolvimento na região. O programa conta com importantes parcerias de organizações não-governamentais (ONGs) nacionais, como a Associação em Defesa do Rio Paraná, Afluentes e Mata Ciliar (Apoena), ONGs internacionais, como a Usaid e os Wildlife Preservation Trusts, órgãos do governo, como o Instituto Florestal de São Paulo, a Fundação do Instituto de Terras do Estado de São Paulo (Itesp) e a Universidade de São Paulo (Esalq-USP), além da importante participação ativa da Cooperativa de Comercialização e Prestação de Serviços dos Assentados de Reforma Agrária do Pontal (Cocamp/MST). Esse programa reúne, no momento, alguns projetos e ações cujos resultados, recomendações e conclusões iniciais descrevemos a seguir.

Educação ambiental: Um programa de educação desenvolvido na região do morro do Diabo mostrou que a comunidade local com-

preendeu a importância do parque como unidade de conservação e tem contribuído para sua proteção. As iniciativas e os esforços educacionais promovidos atualmente na região têm se concentrado mais nos assentados. O projeto de educação ambiental e de extensão agroecológica vem oferecendo conhecimento técnico a todos os envolvidos com o cultivo da terra na região – sejam eles grandes proprietários, assentados ou meieiros – com o objetivo de criar uma cultura de conservação da natureza.

Unidades de conservação: Só existem duas unidades de conservação com mais de 1.000 ha no Planalto de São Paulo: o parque Estadual do Morro do Diabo, com 36.000 ha, e a Estação Ecológica dos Caetetus, com 2.143 ha. Novas reservas precisam ser criadas, estabelecidas e fiscalizadas, e as já existentes, protegidas e envolvidas em planos de conservação comunitários. Isso precisa ser feito imediatamente, enquanto ainda restam fragmentos na região. A combinação das pesquisas conservacionistas realizadas na região nos últimos 15 anos e do projeto de avaliação ecológica rápida desenvolvido desde 1997 gerou uma lista de novas áreas prioritárias para conservação, incluindo vários fragmentos florestais superiores a 2.000 ha – áreas de reserva legal de assentamentos rurais e de fazendas da região. A proposta de criação de novas unidades de conservação já foi entregue ao governo estadual. Só o poder do estado, com políticas públicas muito bem definidas e implementadas, permeadas por um pacto comunitário bem estabelecido que envolva as lideranças comunitárias mais ativas, pode regular essa situação.

Sistemas agroflorestais: A agrofloresta vem sendo usada no Pontal como zona-tampão ou cinturão-verde amenizador das perturbações antrópicas nas bordas dos

Figura 2. Apesar de poucos e pequenos, os fragmentos florestais do Pontal ainda abrigam fauna e flora muito diversas, incluindo um dos primatas mais ameaçados do mundo, o mico-leão-preto



FOTO LUIZ CLAUDIO MARIKO

fragmentos florestais. Tais perturbações podem atingir até 500 m para dentro dos fragmentos, provocando mudanças de microclima e ecológicas. 'Abraçando' ou isolando esses remanescentes com módulos agroflorestais contendo espécies de uso múltiplo, seria possível reduzir os possíveis efeitos negativos das pastagens e/ou roças agrícolas de campo aberto. Do ponto de vista socioeconômico, a exploração da zonatampão agroflorestada criaria uma nova fonte diversificada de renda para as comunidades rurais vizinhas, além de uma provável redução nos conflitos entre as mesmas. Hoje dois fragmentos do Pontal já estão sendo manejados através do uso de módulos agroflorestais. Ainda dentro dessa perspectiva, outra estratégia usada para conservar o ecossistema local, visando integrar as necessidades sociais às ecológicas, são os chamados bosques sociais ou quintais agroflorestais, adotados como 'trampolins ecológicos'. Para isso, trabalha-se tanto reconstituindo áreas de reserva legal e preservação permanente quanto incentivando os assentados rurais a ter seus bosques de múltiplo uso no fundo dos quintais, com espécies de potencial agroflorestal. Até o momento sete viveiros agroflorestais comunitários foram implantados nos assentamentos, com uma produção anual de 30 mil mudas cada. Com os viveiros pretende-se capacitar e envolver a comunidade local em uma cultura agroflorestal e, ao mesmo tempo, responder à demanda de mudas para fins da restauração agroecológica da paisagem fragmentada.

Corredores florestais: Em paisagens altamente fragmentadas como as do Pontal, as reservas e remanescentes florestais são ilhas bem definidas entre as terras agricultáveis. Esse cenário deve ser sempre considerado ao se elaborar novos estudos e medidas



Figura 3. Comboio de tratores do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra ocupando uma fazenda no Pontal do Paranapanema, hoje conhecido como região de conflitos violentos e intensas disputas fundiárias

conservacionistas. As florestas do planalto fazem parte desse mosaico, e a presença e sobrevivência de suas espécies não depende apenas de variáveis como a caça, o tamanho e isolamento da área, mas também do uso da terra e do hábitat no entorno desses fragmentos. Observações preliminares evidenciaram que antas e onças fazem incursões distantes pela paisagem do Pontal. Presume-se que esses animais estejam saindo de grandes fontes florestadas, como o Parque Estadual do Morro do Diabo, fazendo incursões temporárias pela paisagem e usando os fragmentos como 'trampolins ecológicos'. Esses resultados preliminares não só evidenciam o potencial de dispersão e o uso que algumas espécies fazem da paisagem do Pontal, mas também confirmam o potencial desses carnívoros e grandes ungulados como 'detetives ecológicos' ao mostrar os fragmentos e corredores-chaves para conectividade ecológica e fluxo gênico nesse ecossistema. Descobrir quais são esses 'trampolins ecológicos' e corredores de uso e dispersão, poderemos concentrar esforços conservacionistas e ações emergenciais de recuperação dessas importantes ilhas e conexões da paisagem fragmentada.

No Pontal do Paranapanema, o valor social, espiritual e econômi-

co de fragmentos florestais é considerado baixo, e pressões políticas e demográficas estão levando à exploração não-sustentada dessas últimas 'sementes' da mata atlântica. Portanto, tornam-se necessários o desenvolvimento e a implementação de manejos adaptativos que representem o casamento entre esses remanescentes e as comunidades rurais do entorno.

A experiência passada e os novos resultados têm mostrado que, com um contínuo e sistemático esforço conjunto, que inclui participação e educação comunitária, credibilidade e amizade, extensão rural com entusiasmo, pesquisas ecológicas, manejo adaptativo, legislações apropriadas e fiscalização efetiva, é possível conservar o ecossistema. Nessa escala comunitária, a conservação do ecossistema e da paisagem é uma das alternativas mais promissoras tanto para manter a biodiversidade da mata atlântica local quanto a de outros ecossistemas.

Acreditamos que nossas preocupações e recomendações são importantes para que a conservação de ecossistemas ocorra paralelamente à reforma agrária no país. Uma nova postura nesse processo permitirá que respeito, parceria e soma de esforços possam promover a conservação da vida e sua diversidade no país. ■

ECOLOGIA Poluição e espécies exóticas de peixes predadores põem em risco a *Phyllomedusa distincta*

Pererecas protetoras da mata atlântica sob ameaça

Inúmeras espécies de anfíbios vêm sendo extintas por causa da degradação do ambiente. Substâncias poluentes presentes na água, no solo e no ar são rapidamente absorvidas por anfíbios anuros, como rãs e sapos, com efeitos imediatos, o que os torna bons indicadores de qualidade ambiental. Encontrada na mata atlântica de Santa Catarina, Paraná e sul de São Paulo, a perereca *Phyllomedusa distincta* é uma das mais ameaçadas. A redução de sua população, bem como a de outras espécies, pode ser desastrosa para o equilíbrio da floresta atlântica, já que os anuros controlam a população de insetos e são a base da cadeia alimentar de várias espécies animais. Por **Germano Woehl Jr.** e **Elza Nishimura Woehl**, do *Santuário Rã-bugio*, em Guaramirim (SC).

Desova de *Phyllomedusa distincta*. A situação normal é apenas um macho fertilizando os ovos, mas é comum que um macho extra (oportunistamente) apareça após a fêmea ter iniciado a desova com o parceiro predileto

Os sapos, as rãs e as pererecas pertencem à classe dos anfíbios – do grego, *amphibios* = vida dupla, alusão a que o animal pode viver na água (fase de girino) e na terra (fase adulta) – e à ordem dos anuros – do grego, *anuro* = sem cauda, que caracteriza a fase adulta. A palavra ‘anfíbio’ não é muito apropriada para caracterizar todas as espécies de sapos, rãs e pererecas. Algumas jamais freqüentam a água, reproduzindo-se por desenvolvimento direto, e outras vivem permanentemente nela. Não é simples definir os anfíbios, uma vez que não possuem uma estrutura epidérmica facilmente identificável, como as penas em aves, as escamas em peixes e os pêlos em mamíferos. Essencialmente, são vertebrados com pele glandular.

Inúmeras espécies vêm sendo extintas pela degradação do ambiente. Os anfíbios são bastante vulneráveis a agentes poluentes porque sua pele tem estrutura glandular com múltiplas funções, como as de respirar e hidratar o corpo. Embora a respiração seja pulmonar, a pele age de forma complementar. A proporção entre respiração cutânea e pulmonar varia de 22% até 60%, dependendo da

espécie, da atividade do animal e da temperatura ambiente. Para algumas espécies, a respiração cutânea pode ser mais importante que a pulmonar.

Os anuros que vivem em árvores podem, através da pele, extrair da atmosfera a água de que necessitam. As gotas de orvalho são outra fonte de hidratação do corpo. Portanto, substâncias poluentes presentes na água, no solo e no ar podem ser rapidamente absorvidas pelos anfíbios, com efeitos imediatos, o que os torna bons indicadores da qualidade do meio ambiente.

Os efeitos do aumento da radiação ultravioleta, resultantes da redução da camada de ozônio causada pela poluição, também vêm sendo associados à extinção em massa de anfíbios. Nos Estados Unidos, já foi comprovado que a radiação ultravioleta do sol destrói os ovos de anfíbios. Suspeita-se também que ela esteja afetando o sistema imunológico desses animais. Há hipóteses de que algumas espécies estão sendo dizimadas pela ação de agentes infecciosos, como vírus, bactérias ou fungos. No Brasil, várias espécies correm risco de extinção. Em Guaramirim (SC), nossa equipe encontrou exemplares da espécie *Phyllomedusa distincta* com a pele atacada por fungos.

O gênero *Phyllomedusa* (do grego, *phyllo* = folha; *medusa*: personagem da mitologia) inclui 33 espécies, distribuídas por várias regiões do Brasil e da América do Sul. Todas correm risco de extinção, por causa dos desmata-

FOTOS CEDIAS POR GERMANO WOELH JR.



mentos, do envenenamento de lagoas naturais por agrotóxicos e da proliferação de lagoas destinadas à criação de espécies exóticas de peixes predadores.

A *Phyllomedusa distincta* é encontrada na mata atlântica de Santa Catarina, Paraná e sul de São Paulo. Como todos os anuros, desempenha importante papel na natureza, controlando não só a população de insetos (sua alimentação básica) como também sustentando a base da cadeia alimentar da fauna.

Sua ausência afeta o equilíbrio da floresta. O excremento de *P. distincta*, assim como o de várias outras espécies de anuros, contém altas concentrações de uréia, constituindo uma das escassas fontes de nitrogênio na floresta, elemento essencial para manter o vigor das plantas epífitas e das árvores. Ela tem hábitos noturnos, vivendo em árvores, escondida sob as folhas ou no interior de bromélias. Nas áreas degradadas, é possível encontrá-la escondida no meio de gramíneas altas.

Sua coloração verde é um disfarce perfeito para enganar os predadores, pois ela dificilmente é notada no meio da vegetação. Dorme durante o dia, retraindo os membros, escondendo todos os dedos e fechando as pálpebras de modo a transformar seu corpo em uma estrutura de coloração única. Em poucos minutos pode variar a tonalidade: de verde-escuro para verde-limão. Seus principais predadores na fase adulta são cobras e morcegos, que capturam os machos durante o coaxar.

Uma característica das espécies de *Phyllomedusa* é sua docilidade. Ao ser apanhada, a *P. distincta* dificilmente salta, permitindo ser tocada, o que lhe custa a vida em certas situações. Para deslocar-se, caminha lentamente e tem uma habilidade incomum para escalar galhos de árvores, usando de forma coordenada todos os membros. Costuma abrir e fechar a boca, possivelmente para realizar troca de gases.

Como em outras espécies de anfíbios anuros, só os machos de *P. distincta*, por ocasião do acasalamento, coaxam (vocalizam), inflando ar (dos pulmões) na parte peitoral. A procriação vai de agosto a fevereiro – dificilmente ela desova quando a temperatura ambiente fica abaixo de 17°C. Nesse período, ao anoitecer, os machos dirigem-se às margens de uma lagoa – às vezes, coaxam bem distante dela – e, escondidos no meio da vegetação, coaxam continuamente até a madrugada. O coaxar visa atrair a fêmea que, por sua vez, parece preferir o macho que vocaliza mais intensamente. Por essa razão, os machos defendem com vigor o território escolhido (em um raio de 1,5 m), que pode ser um galho inteiro de árvore sobre a lagoa. Se outro macho invadir seu território e começar a coaxar, imediatamente o que chegou primeiro altera seu coaxar para advertir o intruso. Se este ainda persistir, trava-se uma luta corporal para a expulsão.

Individualmente, o coaxar da *P. distincta* não é muito intenso. Porém, durante a madrugada, quando os problemas de território estão resolvidos, os machos coaxam em coro, intensificando os apelos para atrair as fêmeas. Os locais preferidos para a reprodução são as lagoas, que secam completamente no período da estiagem. Ali não há peixes predadores. Normalmente, os anuros preferem reproduzir-se nas lagoas onde nasceram.

Os machos de *P. distincta*, como a maioria dos anuros, são menores do que as fêmeas. Fêmeas adultas podem atingir até 7,5 cm de comprimento, enquanto os machos chegam a 6 cm. O acasalamento ocorre à noite, mas é comum se estender até ao amanhecer. Várias vezes, foi possível observar, ainda pela manhã, casais completando a deposição dos ovos. Um mesmo macho pode acasalar com várias fêmeas na mesma temporada, permanecendo no território caso não seja perturbado.

Um macho acasalou, durante três semanas, com cinco fêmeas – resultando em cinco ninhos – em um único galho de árvore. Isso correspondeu a 30% das desovas do período, em uma lagoa de 100 m². Esse macho freqüentava o mesmo galho de árvore todas as noites, durante o período estudado. Em média, havia 30 machos vocalizando. É comum que dois machos juntos acasalem com uma fêmea. O segundo, oportunista, aparece quando a fêmea já escolheu o parceiro. Constatamos, nesses casos, que ambos fecundam os ovos da fêmea, o que pode ser vantajoso para aumentar a variabilidade genética da espécie.

As espécies de *Phyllomedusa* adotam uma estratégia bastante original para proteger a desova. Os ovos são depositados no meio de um gel e enrolados nas folhas das plantas na beira das lagoas. No caso da *P. distincta*, o número de ovos varia de 35 a 130 e o diâmetro de cada ovo é em torno de 3 mm. Esses dados foram obtidos examinando 25 das cerca de 700 ninhadas que ocorreram em quatro anos, em uma lagoa de 100 m².

O macho auxilia a fêmea na tarefa de enrolar os ovos, mas é ela que conclui a tarefa, depositando ▶



Postura típica de *P. distincta* quando está em atividade (durante a noite)

A cor verde de *P. distincta* serve como camuflagem para enganar predadores. Quando dorme (durante o dia), ela retrai os membros de modo a não exibir suas cores vivas das partes inferiores



Civilizações antigas veneravam anfíbios

Muitas civilizações antigas veneravam as rãs, os sapos e as pererecas. Os egípcios atribuíam a criação do homem e de certos deuses à deusa Heket e ao seu marido Khnumu, representados respectivamente por uma mulher com cabeça de rã e um homem com cabeça de cabrito. O símbolo hieroglífico de Heket era uma rã e do número 100 mil, um girino, possivelmente devido à grande quantidade deles na época de procriação. As egípcias usavam um amuleto de metal, na forma de rã, como gratidão à deusa pelos favores prestados.

Já os chineses e indianos acreditavam que o mundo apoiava-se nas costas de um sapo gigante e que os terremotos eram provocados pela movimentação desse sapo. Tinham ainda a crença de que os eclipses de Lua ocorriam porque um sapo engolia o satélite. Além de protagonistas de muitas lendas, as rãs sempre foram tema obrigatório nas artes dos chineses — na pintura, na cerâmica e em peças entalhadas.

Na América Central, os maias associavam as rãs ao deus Chac, responsável pelas chuvas. O coaxar das rãs era tido como uma manifestação de Chac para anunciar a chuva que fazia brotar o verde nas planícies secas. As rãs eram relacionadas não só com o crescimento das plantas, mas também com a fertilidade e o nascimento. Girinos e rãs adultas faziam parte da decoração de potes, roupas e ornamentos. Efigies de pedra ou de barro em forma de rãs estilizadas eram sepultadas junto com os mortos.

Durante a Idade Média, porém, esses anuros não tiveram a mesma sorte. Os europeus os associavam a coisas do mal e bruxarias. Infelizmente, herdamos esses péssimos costumes europeus e nunca demos a devida atenção a essas criaturas de vital importância para o equilíbrio do ecossistema das florestas tropicais.

Macho de *P. distincta* atacado por fungos. Normalmente, a pele dos anfíbios tem uma potente ação antibiótica. Especula-se que a poluição afete a resistência dos anfíbios e que seja responsável por esse problema

mais gel para tampar o tubo formado pela folha. O enrolamento dos ovos serve para evitar o ressecamento e evitar a radiação solar, uma vez que eles não têm pigmentação protetora. A preferência é pelas folhas de galhos suspensos sobre a lagoa. A folha escolhida pode estar a uma altura de até 3 m da superfície da água. Na falta de galhos suspensos, a desova é feita em qualquer vegetação de porte baixo. Por causa disso, alguns ninhos ficam vulneráveis à ação de predadores, como saracuras e formigas. Portanto, a supressão da vegetação ao redor de lagoas contribui para o extermínio da espécie.

Os ovos levam de sete a 16 dias para eclodir, sendo o desenvolvimento do embrião mais lento nos dias frios (16 dias, com temperatura média de 20°C), e mais rápido nos quentes (sete dias, com temperatura média superior a 26°C). As observações foram feitas no próprio habitat, onde a temperatura local, em um mesmo horário, registrava oscilações máximas de $\pm 1^\circ\text{C}$ por até 15 dias, ficando estável portanto por um longo período, como costuma ocorrer nas regiões litorâneas.



À medida que surgiam, as ninhadas eram marcadas e acompanhadas até a eclosão. O acompanhamento foi feito durante cinco meses (de setembro a janeiro). Quando os girinos eclodem, caem diretamente na água. Dessa maneira, evita-se um período crítico para sua sobrevivência, já que iniciam a vida na água relativamente desenvolvidos. O número de ovos de uma ninhada não é elevado, se comparado com muitas espécies de anfíbios anuros. O girino de *P. distincta* leva em torno de 70 dias para desenvolver-se. Após esse período, ele deixa a lagoa à noite e vai para o meio da floresta. Quando abandona a vida na água, o processo de metamorfose não está ainda concluído — a cauda fica retida, sendo absorvida nas primeiras semanas de vida na terra.

A maior parte do tempo em que vivem na água, os girinos ficam na superfície da lagoa, suspensos verticalmente pela tensão superficial

da água. Ao notarem alguma ameaça, vão para o fundo da lagoa. Nos dias mais frios, evitam ficar na superfície. Em um estágio mais avançado, chegam a tirar a cabeça da água para respirar. O hábito de ficar próximo à superfície os torna aparentemente presas fáceis de pequenos pássaros, como o martim-pescador e o bem-te-vi. Os girinos são muito ágeis para escapar: o pássaro deve fazer várias investidas para capturar um. Mas são altamente vulneráveis à ação de peixes em todas as fases de desenvolvimento.

A boca é adaptada para alimentar-se de partículas em suspensão na água. Em um estágio mais adulto, sua dieta pode incluir pequenas larvas de insetos, que vivem em suspensão. Daí a grande importância dessas criaturas para o controle de insetos nocivos ao homem. Nota-se que nas lagoas onde se desenvolvem girinos de *P. distincta* é bastante rara a presença de larvas de mosquitos.

A falta de conhecimento sobre a fauna anfíbia brasileira é a maior ameaça que esses anuros enfrentam. A proliferação de lagoas destinadas à criação de espécies exóticas de peixes em áreas de floresta atlântica põe em risco várias espécies de anfíbios. Todo ano cai o número de locais apropriados para reprodução de anuros. A poluição produz efeitos igualmente devastadores. O declínio de populações e espécies desses anfíbios é desastroso para todo o ecossistema da floresta atlântica, uma vez que eles formam a base da cadeia alimentar de várias espécies animais. ■

A CIÊNCIA HOJE é uma revista de divulgação científica, que pretende apresentar resultados de pesquisas feitas no Brasil e no exterior – sem restrições na área do conhecimento – para um público amplo, heterogêneo e leigo. Os leitores são, em geral, estudantes de segundo grau e universitários que se interessam por ciência, mas não dominam necessariamente conceitos básicos de todas as áreas. Os textos da revista exigem, portanto, clareza e o máximo de simplicidade.

Endereço para envio dos artigos

O original e duas cópias do texto (acompanhados de ilustrações e legendas), além da versão em disquete devem ser encaminhados para: **CIÊNCIA HOJE**
Secretaria de Redação •
Av. Venceslau Brás, 71, fundos,
casa 27 • CEP 22290-140
Rio de Janeiro (RJ).
Tel.: (021) 295-4846
Fax: (021) 541-5342
e.mail:
chojered@sbpcnet.org.br

Instruções para autores

NORMAS

Tamanho dos artigos • Não deve exceder 6 laudas. (Cada lauda tem 30 linhas de 70 toques). **Tamanho dos textos para as seções** • Não deve exceder 3 laudas.

Siglas • Evite-as. Quando necessárias, devem ser explicadas por extenso e entre parênteses.

Abreviaturas • Não devem ser usadas.

Menções • Quando houver menção a cientistas ou personalidades, deve ser fornecido prenome e nome da pessoa citada, sua especialidade, nacionalidade e ano de nascimento e morte para os já falecidos. Exemplo: O físico alemão Albert Einstein (1879-1955).

Notas de pé de página e agradecimentos • Por razões de estilo, a revista não os usa. Eventuais citações e referências – muito sucintas – devem ser incorporadas ao artigo.

Referência bibliográfica • Deve ser fornecida uma pequena lista (até quatro títulos) de livros sobre o tema abordado. Dê preferência a livros publicados em português. Os livros devem conter sobrenome e iniciais do prenome do autor, título, cidade da publicação, editora e ano.

Ilustrações • Os artigos devem ser acompanhados por ilustrações (fotografias, desenhos, mapas, gráficos ou tabelas) que podem ou não ser referidas no texto. Todas as ilustrações devem ser acompanhadas de legendas explicativas e créditos.

Foto do autor • Só necessária para a seção **Opinião**. Pedimos o envio de uma ou mais fotos pessoais (com boa definição e, no mínimo, ampliada em 9x12).

CH On-line • O material para publicação (artigo e fotos) pode ser usado pelo serviço *On-line* da revista. Recursos a mais — como filmes, vídeos ou sons — podem enriquecer a versão de seu artigo na rede.

AVALIAÇÃO

Todos os artigos, espontâneos ou encomendados, serão avaliados pelos editores de *Ciência Hoje* e por especialistas da área

abordada quanto à qualidade científica e à conveniência de sua publicação. Os artigos poderão ser recusados ou submetidos a uma segunda versão solicitada ao próprio autor. Os artigos aprovados serão publicados segundo programação editorial da revista. A linguagem usada em textos de **divulgação científica** deve ser diferente da empregada em revistas científicas especializadas.

Todos os artigos aceitos para publicação passam por uma revisão de linguagem (edição de texto) para adaptá-los formalmente ao estilo da revista. O texto final será submetido aos autores para a aprovação das possíveis modificações. Títulos e subtítulos ficam a critério dos editores.

DICAS

Lembre-se de seu público • Estudantes de segundo grau e universitários não são obrigados a entender tudo sobre qualquer área. Explique noções que podem parecer básicas mas que não são necessariamente conhecidas pelo público geral.

Use analogias • Comparações com situações concretas ajudam a aproximar conceitos teóricos ou abstratos da realidade do leitor.

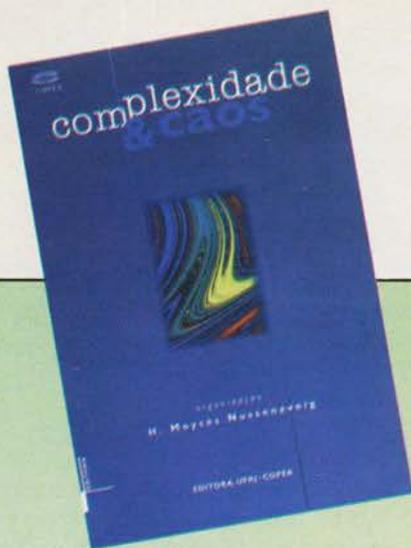
Não use palavras difíceis nem jargões • Evite termos técnicos que só afastam o leitor. Procure palavras similares mais simples. Sempre é possível explicar conceitos difíceis. Quando for inevitável use a palavra mas explique em seguida do que se trata.

Capriche na abertura • As linhas iniciais são fundamentais para prender a atenção do leitor. Conte parte de suas conclusões no início. Podem ser usados depoimentos de impacto, temas de interesse, imagens fortes ou toques de humor.

Seja conciso • O espaço da revista e o tempo do leitor são preciosos. Procure dar a informação essencial — sem se apegar a detalhes.

DADOS

Os autores devem fornecer nome completo, vínculo institucional mais relevante (instituição e departamento), cargo (função) e endereço (profissional e residencial, com fax e endereço eletrônico).



Novo paradigma

Complexidade e caos

H. Moysés Nussenzveig (org.)

Rio de Janeiro, ed. UFRJ/COPEA, 280 pp., R\$ 28

“De algum modo, a maravilhosa promessa da Terra é a existência de coisas belas, coisas maravilhosas e atraentes, e em virtude de nosso ofício, queremos compreendê-las.”

Mitchell Feigenbaum.

Estudos de caos e complexidade despontam como um novo paradigma para vários campos da ciência, em oposição à visão determinística, segundo a qual “conhecendo todas as condições iniciais de um sistema, é possível calcular seu estado a qualquer momento”. Um fato não adequadamente enfatizado, ou sequer mencionado, nos cursos universitários de ciência é que, para a maioria dos sistemas, ocorre o oposto: são imprevisíveis a longo prazo. Esse fato não é novo; já no século passado o matemático francês Jules Henri Poincaré (1854-1912) mostrou que o mais simples problema de três corpos (por exemplo, o Sol, a Terra e a Lua, supostos como massas pontuais, isolados do resto do universo, ou seja, submetidos apenas à atração da gravidade entre eles) tem soluções caóticas. A omissão na consideração dos sistemas caóticos é motivada pela dificuldade do seu estudo. Apenas recentemente, com o uso generalizado de computadores, vem sendo possível realizá-lo.

O termo ‘teoria do caos’ foi cunhado pelo físico norte-americano James Yorke, nos anos 60, mas, desde o início, essa teoria tem sido

aplicada a outras disciplinas.

Complexidade e caos resultou de um ciclo de conferências com o mesmo título, organizado pelo físico H. Moysés Nussenzveig, como coordenador científico da Copea (Coordenação de Programas de Estudos Avançados). As palestras foram realizadas no Fórum de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Rio de Janeiro nos anos 1995 e 1996. Seu caráter interdisciplinar espelha-se nos 18 capítulos do livro, que tratam de sistemas complexos que aparecem em biologia, computação, física, química e sociologia. O espectro não é completo: não são discutidas áreas como o caos quântico, ou aplicações em economia, literatura e psicologia, que estão também atualmente em estudo, mas é uma boa amostra da enorme diversidade de sistemas fascinantes que existem ao nosso redor.

O livro destina-se, tal como as conferências da Copea, a um público amplo e variado: neófitos e especialistas de todas as áreas do conhecimento. Alguns dos artigos nele contidos podem ser de especial utilidade para pessoas interessadas no estudo de sistemas complexos físicos e/ou biológicos, e que

desejam se informar sobre alguns dos assuntos atualmente em discussão nessas áreas.

Nesse contexto interdisciplinar é que são apresentados os conceitos fundamentais do estudo dos sistemas complexos: universalidade, independência de escala, fractais, atratores estranhos, criticidade auto-organizada.

Alguns dos capítulos são muito detalhados, outros mostram apenas aspectos parciais da problemática de uma área, mas todos, em conjunto, evidenciam a enorme potencialidade do estudo dos sistemas complexos.

Uma contribuição especialmente útil é o prefácio, do próprio organizador, que faz uma apresentação extremamente didática desses conceitos, das principais aplicações nas diferentes áreas e da bibliografia essencial. Merecidamente, o trabalho recebeu, neste ano, o Prêmio Jabuti, da Câmara Brasileira do Livro, na área de Ciências Exatas, Tecnologia e Informática.

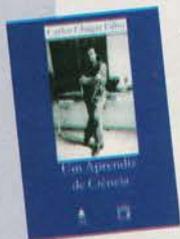
Raul Donangelo

*Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro*

Um aprendiz de ciência

Carlos Chagas Filho

Rio de Janeiro, ed. Nova Fronteira
e ed. Fiocruz, 280 pp., R\$ 29



Autobiografia de um dos maiores cientistas do Brasil, *Um aprendiz de ciência* apresenta as memórias de Carlos Chagas Filho (1910-2000). Desde sua infância, até sua admissão precoce como professor catedrático de física biológica da Faculdade Nacional de Medicina, da época em que freqüentava o Instituto de Manguinhos até seus últimos dias, o livro conta a luta do cientista pelo reconhecimento e autonomia do campo científico no Brasil. Responsável direto pela criação do CNPq, de institutos básicos de ciência e de cursos de pós-graduação, assim como pelo intercâmbio de cientistas de renome, Chagas Filho conseguiu provar que sua competência ia muito além de seu já famoso nome.

O livro também traz o contexto social e político que envolveu o cientista no decorrer de sua história, e também mostra detalhes de sua vida íntima, como sua ligação profunda com o catolicismo, a convivência com o pai, Carlos Chagas (1879-1934), e amizades como as de Jorge Amado, Dorival Caymmi e Guilherme Guinle.

A experiência etnográfica – antropologia e literatura no século 20

James Clifford

Rio de Janeiro, ed. UFRJ, 320 pp., R\$ 28



Esta obra aproxima o público de uma das mais importantes contribuições à antropologia no século 20. Por ser historiador, James Clifford analisa a moderna definição etnográfica de cultura, que se desenvolveu ao longo deste século, através de uma reflexão sobre as representações etnográficas nos períodos colonial e pós-colonial e no contexto do modernismo literário e artístico europeu. Com isso, o autor focaliza a indeterminação entre a linguagem e as experiências etnográficas, tentando mostrar como os jogos de linguagens convencionais, conhecidos como 'tradição antropológica', podem se tornar menos automáticos. Clifford critica e discute essa tradição, desafiando seu caráter natural e tendo como resultado uma análise interessante e cuidadosa sobre as formas de produção da escrita na etnografia.

Interfaces

Maria Luiza Ramos

Minas Gerais, ed. UFMG, 296 pp., R\$ 31



Personalidades como Sigmund Freud, Jacques Lacan e Carl Gustav Jung, místicos cristãos e textos sagrados do Oriente estão reunidos nesta obra, resultado da química crítica da autora, que também destaca as relações com outras artes e as interfaces culturais e políticas embutidas no texto literário.

Com uma leitura extremamente original, revelam-se, por exemplo, aspectos míticos e esotéricos da poesia de Carlos Drummond de Andrade, entrelaçados com humor e crítica social. A fecundidade do pensamento da autora move-se agilmente entre a literatura, o mito e abordagens diversas do inconsciente.

Ensaio em antropologia histórica

João Pacheco de Oliveira

Rio de Janeiro, ed. UFRJ, 269 pp., R\$ 28

Examinando a vida, os costumes, as crenças e a evolução demográfica dos índios, o autor aponta para a necessidade de se fazer uma reflexão e recuperação críticas da dimensão histórica das sociedades e culturas indígenas para obter uma melhor compreensão desses povos. O livro, que tem como principal objetivo apresentar os índi-



os como sujeitos históricos plenos, busca inseri-los no espaço e no tempo, relacionando-os a conjuntos específicos de atores, com valores e estratégias sociais bem determinados.

Para o autor, é preciso retirar as coletividades indígenas de um amplo esquema dos estágios evolutivos da humanidade e passar a situá-las na contemporaneidade e em um tempo histórico múltiplo e diferenciado. Dividido em quatro partes, o livro conduz o leitor a uma nova análise, por abordar temas pouco presentes nas pesquisas etnológicas.

Eletroquímica: bicentenário do nascimento de uma nova ciência



Em 1800 a química e a eletricidade foram reunidas, dando origem a um novo ramo científico, a eletroquímica. Naquele ano, foi realizado o primeiro experimento prático com a recém-inventada pilha de Volta, dispositivo que produzia eletricidade, para obter a decomposição da água em seus gases constituintes: o hidrogênio e o oxigênio. A experiência teria repercussões com as quais seus autores, William Nicholson e Anthony Carlisle, talvez nem sonhassem.

A natureza da água foi por muito tempo um enigma. Desde a antiguidade ela era considerada uma substância elementar, até que sua natureza composta foi provada durante o século 18. Em 1781, o químico inglês Joseph Priestley (1733-1804) observou que, quando o 'gás inflamável' (nosso hidrogênio) ardia ao ar, podia-se observar o aparecimento de uma espécie de 'orvalho'. Seu compatriota Henry Cavendish (1731-1810) foi além e realizou o experimento em condições mais acuradas, recolhendo e medindo o tal 'orvalho' produzido, comprovando enfim que se tratava realmente de água.

Coube ao químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) dar uma explicação teórica completamente satisfatória do fenômeno, mostrando que ele era reversível, isto é, que a água podia também ser sintetizada a partir dos gases que a formavam, por ele agora denominados

hidrogênio e oxigênio.

No ano de 1800 o físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) escreveu uma carta ao presidente da Royal Society, da Inglaterra, Sir Joseph Banks (1743-1820), que logo a publicou, desencadeando enormes conseqüências. Na carta, Volta descrevia os experimentos que vinha realizando com a eletricidade e sua recente invenção, que veio a ser conhecida como pilha voltaica ou pilha elétrica (ver 'Uma descoberta eletrizante' em *Ciência Hoje* n° 155). O dispositivo consistia simplesmente de uma pilha (daí o nome) de pequenos discos de dois metais diferentes (cobre e estanho ou, melhor ainda, prata e zinco) dispostos alternadamente uns sobre os outros e separados por pedaços de papelão ou feltro embebidos em água salgada. Também se obtinha efeito análogo quando se imergiam em solução salina pares dos dois metais unidos por pedaços

de metal, como mostra a figura original de Volta.

Quando uma pessoa pusesse a mão no primeiro disco da pilha e a outra mão no último sentia um choque fraco mas contínuo. A intensidade elétrica aumentava com o número de pares de discos metálicos. Hoje sabe-se que os dois metais devem ser escolhidos de modo a constituir um par em que um deles tende a oxidar-se (perder elétrons), comparativamente ao outro, que deve ser mais propenso a reduzir-se (ganhar elétrons). Fechando-se o circuito e havendo possibilidade de condução da eletricidade por meio da solução de água salgada, ocorre a formação de uma corrente elétrica, fonte dos choques relatados por Volta.

No mesmo ano de 1800 o químico inglês William Nicholson (1753-1815) e o médico inglês Sir Anthony Carlisle (1768-1840) construíram uma pilha feita de 17 moedas de meia-coroa

Há 200 anos

de prata e igual número de peças de zinco. O circuito era fechado com fios de latão. Para obter um contato melhor, Carlisle pôs uma gota de água na placa superior e percebeu a liberação de um gás, que Nicholson supôs ser hidrogênio.

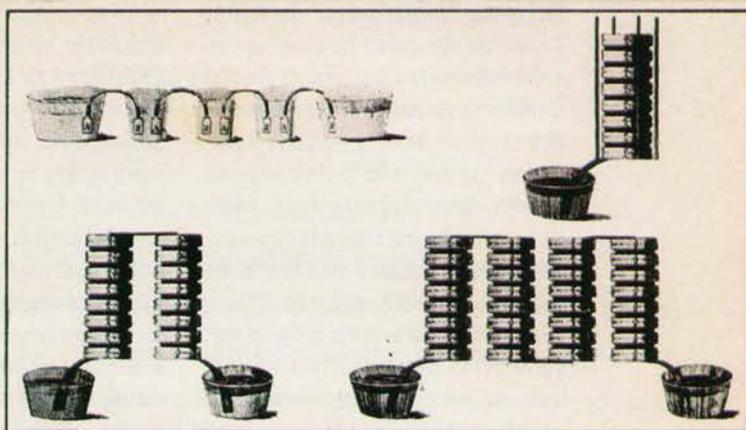
No artigo que os dois publicaram no mesmo ano de 1800, lê-se que “uma torrente de pequenas bolhas saía do fio conectado à prata, e o outro fio ficou oxidado”. O gás foi identificado como hidrogênio, enquanto o oxigênio se fixou ao outro fio (oxidando-o) a uma distância de quase duas polegadas. Quando os fios de latão foram substituídos por fios de platina, o resultado foi o desprendimento de gás em ambos os fios (já que a platina não se oxida com o oxigênio).

Repetindo-se o experimento com uma pilha ainda mais potente, foi possível produzir uma quantidade muito maior de gases. Deixando-se a reação ocorrer por 13 horas seguidas, os volumes consideráveis de gases recolhidos estavam nas mesmas proporções correspondentes à composição

da água. Os gases foram ainda analisados para mostrar que eram de fato hidrogênio e oxigênio. Havia sido feita, em condições controladas e pela primeira vez, a reação de decomposição da água pela corrente elétrica, ou eletrólise.

Esse experimento, aparentemente tão simples, teve implicações profundas e duradouras. Ele uniu duas áreas científicas antes sem conexão aparente, a química e a eletricidade, nascendo daí a eletroquímica. Como disse o químico inglês Sir Humphry Davy (1778-1829) logo depois da comunicação de Volta, a pilha voltaica era “uma sirene para os pesquisadores em todos os cantos da Europa”.

Ele próprio logo soube tirar partido dela, obtendo por meio eletroquímico os metais sódio e potássio, a partir de sais fundidos desses metais.



Pilha de Volta: o dispositivo tornou possível decompor a água em seus gases constituintes, hidrogênio e oxigênio

Mais tarde veio ainda a produzir pelo mesmo método o lítio, cujos primeiros minerais haviam sido descobertos pelo cientista e estadista brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838). De outra forma não seria possível obtê-los. Em termos de quantidade, o metal mais importante produzido eletroquimicamente é o alumínio, que só se tornou acessível em larga escala a partir do final do século 19, quando o suprimento de eletricidade passou a ser considerável.

Uma grande quantidade de substâncias de natureza variada é produzida hoje por meios eletroquímicos, e esta é uma área de pesquisa vigorosa e em constante expansão. Dessa maneira, aquela primeira aplicação que Nicholson e Carlisle fizeram da descoberta de Volta, decompondo a água em seus elementos constituintes por meio da eletricidade (também gerada quimicamente), teve conseqüências com as quais eles talvez nem sonhassem, embora estas fossem em parte pressentidas por Davy.

Carlos A. L. Filgueiras
Instituto de Química,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Os pioneiros da eletrólise

O químico William Nicholson acumulou muitos outros ofícios: trabalhou para a Companhia das Índias Orientais, para a fábrica de porcelanas de Wedgewood, foi mestre-escola, engenheiro civil e, acima de tudo, autor e editor prolífico de temas científicos. Fundou e editou, de 1797 a 1813, uma revista de renome, denominada oficialmente *A Journal of Natural Philosophy, Chemistry, and the Arts*, que é, no entanto, conhecida pelo nome de *Nicholson's Journal*. Em 1801, ele publicou em sua revista a tradução em inglês do mais famoso artigo científico de José Bonifácio de Andrada e Silva, divulgado anteriormente em alemão, e no qual o brasileiro descreve minuciosamente 12 minerais por ele descobertos na Escandinávia, entre os quais a petalita e o espodumênio, os primeiros em que se detectaria o lítio. O médico Sir Anthony Carlisle foi professor de anatomia na Royal Academy of Art, Inglaterra, passando mais tarde a cirurgião-chefe do Hospital de Westminster e cirurgião do príncipe de Gales.

Origens 'nebulosas' da Aids

A cada dia são mais impressionantes a desinformação e o 'monoteísmo' científico a respeito da nebulosa origem do vírus da Aids. Apenas é discutida (...) a versão 'politicamente correta'. Teses discordantes (...) são descartadas ou ridicularizadas. Nesse perfil encaixa-se a teoria do professor Jacob Segal, que afirma ser a Aids uma arma biológica desenvolvida pelo cientista Robert Gallo sob encomenda do Pentágono. Segal lembra que a Aids surgiu logo após o desenvolvimento tecnológico que permitiu a manipulação e combinação de vírus, e cita um documento apresentado ao Congresso dos Estados Unidos em 9 de junho de 1969 (...), onde o Pentágono requisita uma verba de US\$ 10 milhões para desenvolver, de cinco a 10 anos, um vírus que destruiria o sistema imunológico humano. Segundo Segal, a estrutura genética do HIV prova ser ele uma combinação entre o vírus Visna, que causa uma doença fatal em ovelhas mas não ataca humanos, e o vírus HTLV-1, que infecta humanos mas raramente é fatal (...). Tal combinação, para ele, não pode ser atribuída a causas naturais (...). A tese de que o vírus foi transmitido ao homem por macacos africanos esbarra em inconsistências: por que foi detectado primeiro em Nova York (1979) e só depois na África (1983)? Na hipótese de que tenha surgido na África, por que a transferência do macaco para o homem não ocorreu antes, já que o acontecimento que a propiciou deve se repetir há séculos?

REUS SALINI
POR E-MAIL

✉ O virologista Marcelo Soares, autor do artigo 'As origens

do vírus da Aids' (CH nº 156), responde: "Muitas hipóteses sobre o vírus da Aids surgiram desde o começo da epidemia, no início dos anos 80. Idéias como a de que o HIV teria sido criado em laboratório como arma biológica, ou introduzido na população humana na vacinação contra a poliomielite nos anos 40, ou mesmo de que o vírus não existe e não causa a Aids, são comuns na mídia e na Internet. Todas, porém, são infundadas do ponto de vista científico, não tendo qualquer respaldo experimental. A teoria de autoria de Jacob Segal diz que o HIV foi construído pela união de seqüências do vírus Visna e do HTLV-1, no final dos anos 70. O surgimento da Aids como epidemia de fato coincide com o surgimento da técnica do DNA recombinante. Mas deve-se lembrar que a constatação clínica da Aids só ocorreu após um tempo médio de infecção de oito a 10 anos. Assim, a Aids atingiu o nível de epidemia no mínimo oito anos antes, quando a biologia molecular era recém-nascida. Uma requisição de verba de 1969 não poderia gerar um vírus tão rápido de modo que já estivesse sendo testado e causando uma epidemia no ano seguinte. Além disso, essa teoria poderia fazer algum sentido no início dos anos 80, quando o Visna era o vírus conhecido mais próximo do HIV, em nível filogenético. O vírus da imunodeficiência de símios (SIV), porém, descoberto depois, é muito mais próximo do HIV que qualquer outro (mesmo o HTLV). Além disso, as seqüências genéticas de todos esses vírus, já determinadas, revelam que o HIV não é uma simples montagem de outros vírus. Quanto aos primeiros casos de infecção por HIV, é importante ressaltar que o mais antigo é do início de 1959 — amostras de sangue colhidas nesse ano de um homem do Congo (África) e

conservadas foram caracterizadas como HIV-positivo. Finalmente, a idéia de que a transmissão do vírus do chimpanzé para o homem tenha ocorrido inúmeras vezes ao longo da história provavelmente é verdadeira. Muitos casos de infecção por HIV podem ter ocorrido no passado, mas não passaram de casos isolados. Acredita-se que a epidemia vista nas últimas décadas decorreu da exploração de ambientes onde antes não havia presença humana, o que aumentou o contato com os chimpanzés portadores do SIV. A procura e a valorização da carne do chimpanzé, mais intensa nas últimas décadas, também contribuiu para a emergência dessa nova epidemia na população humana."

Leitora na Inglaterra

Sou professora da UFRRJ e atualmente faço doutorado na Universidade de Reading, na Inglaterra. Fiquei muito satisfeita ao receber exemplares da CH. É muito bom manter-se a antiga tradição de ler revistas brasileiras, principalmente estando no exterior. Embora a moda seja 'surfar na Internet', nada substitui o prazer de se sentar no sofá para ler um bom livro ou revista, em vez de ficar estático olhando a tela de um computador. Aproveito para parabenizá-los pelo artigo sobre transgênicos (CH nº 160).

ANA ALICE VILAS BOAS
READING, INGLATERRA

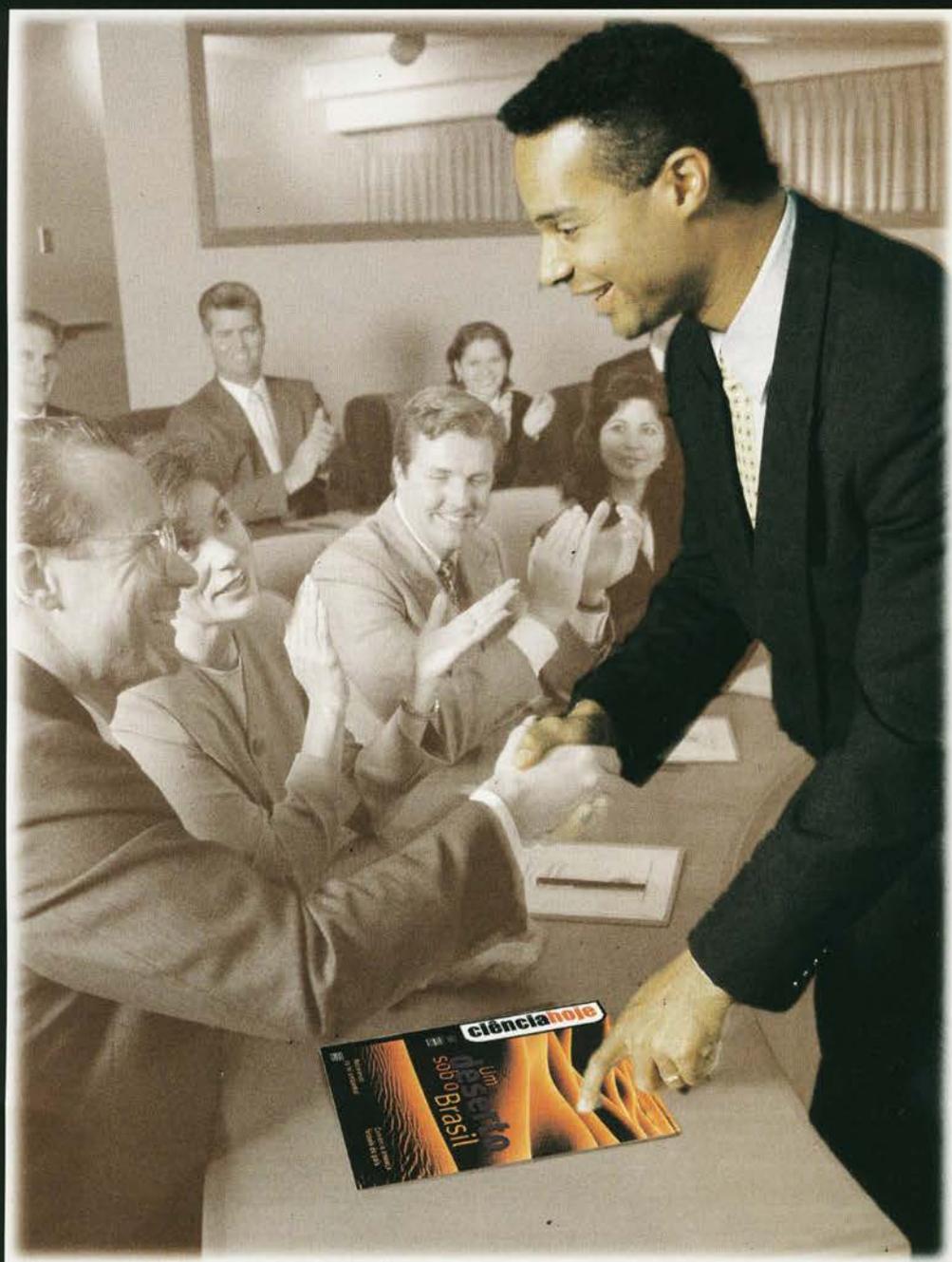
Correção

Na última edição, a resposta sobre picadas de insetos, na seção 'O Leitor Pergunta', contém uma incorreção no início do texto: na hora da picada, o produto não é "inalado" pelo inseto, como foi publicado, e sim "inoculado".

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

E-MAIL:
chojered@sbcpcnet.org.br

Destaque-se.



Assine agora.
Ligue grátis:
0800-264846
e dê o código **CH 66**

ciênciahoje

Aventure-se no conhecimento

Departamento de Assinaturas
Av. Venceslau Brás, 71 - casa 27
CEP 22290-140
Botafogo - Rio de Janeiro/RJ
Tel.: (021) 295-4846 / Fax:(021) 541-534
www.ciencia.org.br

CH 66

A PETROBRAS ESTÁ ENVOLVIDA NA CRIAÇÃO DE UM NOVO CENTRO CULTURAL. ELE TEM 8 MILHÕES



DE QUILÔMETROS QUADRADOS E CAPACIDADE PARA MAIS DE 150 MILHÕES DE PESSOAS. JÁ TEM ATÉ UM NOME:



BRASIL.



A cultura é a identidade de um país. Sabendo disso, a Petrobras investe na construção do patrimônio cultural brasileiro através do patrocínio de exposições, festivais de cinema, restaurações, projetos literários e musicais. É a Petrobras acreditando na cultura, uma das maiores riquezas que um país pode ter.



PETROBRAS

www.petrobras.com.br

technology

Gás Natural

o combustível
do século 21





UPEN / FOTO JOSE OTAVIO

Uma fonte de energia com muitas vantagens

Os derivados de petróleo representam a principal fonte

de energia utilizada hoje pela humanidade, respondendo por cerca de 40% da matriz energética mundial em 1999. O consumo atual, no entanto, permite prever que as reservas conhecidas desse recurso se esgotarão em pouco mais de 40 anos, o que impõe a necessidade de diversificar as fontes de energia, para que as necessidades da sociedade continuem a ser atendidas. Quase todas as fontes primárias com participação relevante na matriz energética podem ser descartadas como opções para essa diversificação, seja pela redução de reservas (caso do carvão mineral) ou das chances de aproveitamento (caso da hidroeletricidade), seja pelo impacto ambiental (caso da energia nuclear e da queima de biomassa) ou por outras desvantagens.

Apenas uma das fontes de energia atualmente relevantes

ainda conta com amplas reservas e apresenta, além de vantagens comparativas, potencial para continuar ampliando seu uso nas mais diversas atividades humanas: o gás natural. Desprezado no passado, esse recurso – encontrado no subsolo, associado ou não ao petróleo – surge agora como o principal candidato a dividir a cena com o petróleo no século 21. Mesmo no Brasil, onde a importância da energia hidrelétrica ainda é maior que a dos combustíveis obtidos do petróleo, o gás natural pode ser apontado como a alternativa energética que mais crescerá nas próximas décadas.

As reservas desse recurso existem em praticamente todos os continentes, e o gás natural apresenta ainda melhor rendimento energético e maiores vantagens ambientais que outros combustíveis fósseis. Essas características impulsionam seu uso, em substi-

tuição ao gás liquefeito de petróleo, à gasolina, ao diesel e aos óleos combustíveis em praticamente qualquer aplicação. Outro aspecto positivo é a segurança: o gás natural é em geral transportado em gasodutos subterrâneos e dissipa-se rapidamente na atmosfera em caso de vazamento, o que também reduz seus efeitos ambientais.

O aproveitamento desse gás, comum em muitas regiões do chamado mundo desenvolvido e mesmo em diversos países em desenvolvimento, exige grandes investimentos em unidades de processamento (para a retirada de impurezas) e na construção de gasodutos para o transporte dos locais de produção para os centros de consumo. No Brasil, nesta última década, a descoberta de amplas reservas e a ampliação da malha de gasodutos, em especial com a construção do gasoduto Brasil-Bolívia e com a interligação

CAPA: IMAGEM/IA FOTO MARCOS ALMEIDA

das regiões produtoras do Nordeste, começa a garantir uma oferta constante e regular de gás natural, abrindo caminho para o rápido crescimento de sua utilização pelo mercado nacional.

Gás fóssil preso no subsolo

Assim como o petróleo, o gás natural é um combustível fóssil, produzido pela degradação de sedimentos orgânicos (restos de microrganismos) acumulados há milhões de anos. soterrada a grandes profundidades, essa matéria orgânica foi submetida a altas temperaturas e elevadas pressões, gerando misturas de hidrocarbonetos, moléculas compostas pelos elementos hidrogênio (H) e carbono (C). Os gases e líquidos resultantes desse longo processo migram em direção à superfície, por serem menos densos que as rochas do subsolo, mas parte deles é aprisionada em estruturas rochosas – os reservatórios, ou jazidas – que impedem essa migração.

O gás natural aparece na natureza associado ao petróleo (dissolvido neste ou em capas de gás sobre reservatórios de petróleo) ou não associado (em poços onde a proporção de petróleo é pequena ou nula). Quando o petróleo predomina, o gás natural associado é visto como um subproduto, e seu aproveitamento como combustível (fora da própria instalação petrolífera) depende da existência de um mercado de consumo nas proximidades. Nos poços de gás natural, a recuperação também só ocorre se a demanda por esse combustível justificar os investimentos necessários nas áreas de produção, processamento e transporte.

Os componentes do gás natural são os dois hidrocarbonetos mais simples, metano (CH₄) e etano (C₂H₆), gasosos à temperatura ambiente. Ao ser extraído das jazidas, esse gás contém 'impurezas': alguns hidrocarbonetos

mais complexos e outras substâncias, decorrentes da presença de certos elementos (enxofre, oxigênio, metais) na matéria orgânica que deu origem à jazida ou do contato com diferentes tipos de rochas durante sua formação e migração no subsolo. Essas impurezas precisam ser eliminadas, nas unidades processadoras de gás natural (UPGNs), para que esse combustível tenha um melhor desempenho em suas inúmeras aplicações.

Tanto o gás associado ao petróleo quanto o não associado saem dos poços na forma conhecida como gás natural úmido (*wet gas*), por estarem saturados com vapor-d'água, hidrocarbonetos mais pesados e outras substâncias. Durante muito tempo o gás natural foi tratado como um problema pelas empresas petrolíferas, já que sua presença em um poço exigia a adoção de cuidados especiais de segurança no processo de produção. Em geral, era queimado em sinalizadores e queimadores apropriados, para evitar o perigoso acúmulo na atmosfera próxima dos poços. Hoje, uma parcela do gás associado ainda é queimada ou empregada em procedimentos como o *gas lift* (injeção em alguns poços petrolíferos para aumentar a pressão, o que permite retirar mais petróleo), mas a maior parte é reinjetada nos reservatórios, para aproveitamento futuro, à medida que a demanda aumentar.

O mercado consumidor de gás natural, já formado em muitos países, começou a surgir nos anos 20, nos Estados Unidos, a partir da descoberta de grandes campos naquele país e do aperfeiçoamento da tecnologia de dutos, que permitiu transportar grandes volumes a longas distâncias, reduzindo custos. Desde então, o aproveitamento desse recurso vem crescendo

também em outras regiões do planeta, em especial na ex-União Soviética, em vários países europeus, no Japão e na Austrália.

Onde já existe mercado, o gás natural extraído dos poços segue, em dutos de pequena extensão, para as UPGNs, onde é processado para o transporte em gasodutos de longa distância. O processamento (ou 'secagem') retira água, propano e butano (estes aproveitados como gás liquefeito de petróleo), hidrocarbonetos mais pesados (gasolina natural, adicionada àquela derivada do petróleo), gás sulfídrico (H₂S), gás carbônico (CO₂) e outras impurezas, por processos físicos e químicos.

O gás seco pronto para comercialização é uma mistura de metano e etano, com maior proporção (de 80% a 95%) do primeiro. Seu poder calorífico, maior que o dos combustíveis derivados do petróleo, o torna uma alternativa vantajosa em inúmeras atividades, desde que a oferta seja constante e o preço competitivo. Tanto o próprio gás natural como os hidrocarbonetos dele retirados servem ainda como matéria-prima para indústrias químicas. O transporte do gás natural também é feito na forma liquefeita, em navios criogênicos, para grandes distâncias ou em áreas onde é inviável construir dutos (forma de transporte importante na Europa e no Japão), ou na forma de derivados líquidos (metanol, por

FOTO: FERNANDO BERGAMASCHI



exemplo) ou sólidos, mas essas alternativas envolvem outros custos, tratamentos e questões de segurança. Dutos feitos de tubos de aço, apropriados para o bombeamento do gás sob altas pressões (conhecidos como gasodutos), são portanto o meio mais prático, eficiente e seguro para o seu transporte.

Presença no panorama mundial

Do início do século 20 até 1999, a participação do gás natural na matriz energética mundial (o consumo mundial de energia de fontes primárias) cresceu de praticamente zero para cerca de 24%. Esse crescimento tende a continuar, em todo o mundo. Entre as principais fontes primárias, apenas a energia nuclear e o gás natural tiveram aumentos significativos em sua participação relativa – o uso de petróleo, carvão mineral e hidroeletricidade ainda cresce em números absolutos, mas sua participação não mostrou grande avanço nos últimos 30 anos, enquanto o uso de biomassa (lenha e carvão vegetal) diminuiu no contexto mundial, embora ainda seja uma fonte importante em várias regiões do mundo (inclusive no Brasil).

A chamada crise de energia – a hipótese de que a oferta de energia não acompanhará o aumento da demanda – também favorece o aproveitamento do gás natural. O previsível esgotamento (em algum momento do próximo século) das reservas internacionais

de petróleo, somado a um rigoroso controle da queima dos seus derivados (decorrente das preocupações ambientais), aponta para um encarecimento crescente dos seus derivados. Hoje, a queima de derivados de petróleo está entre as principais fontes de emissões de gases do chamado efeito estufa (o aquecimento da atmosfera terrestre). As chances de aproveitamento da energia hídrica são cada vez menores, a energia nuclear enfrenta problemas em face dos riscos que apresenta e outras fontes alternativas (energia solar e eólica, por exemplo) ainda são desvantajosas em relação aos combustíveis fósseis. A resposta mais imediata à crise, portanto, parece ser o gás natural.

O uso desse recurso, iniciado por países com extensas reservas e grande capacidade de investimento, como os Estados Unidos (maior consumidor mundial) e a ex-União Soviética (maior produtor mundial), já está consolidado em grande parte do mundo desenvolvido e até em países como a Argentina, onde esse gás representa quase a metade da matriz energética. Os gasodutos que atravessam hoje a América do Norte e a Europa (Oriental e Ocidental) formam malhas intrincadas, ligando as regiões de produção a milhares de centros de consumo (em dezenas de países, no caso europeu). No entanto, alguns países com grandes reservas de gás natural, como o Irã, ainda não aproveitam esse combustível, em função da ausência da infraestrutura necessária.

Nas últimas décadas, as transformações verificadas na indústria do petróleo, como a abertura de mercados, a quebra de monopólios nacionais no setor e a maior participação privada na produção, propiciaram maior concorrência. As mudanças, po-

rém, afetaram todo o setor energético: os custos de substituição também diminuiriam, gerando forte concorrência entre as diferentes fontes de energia, o que favoreceu o gás natural.

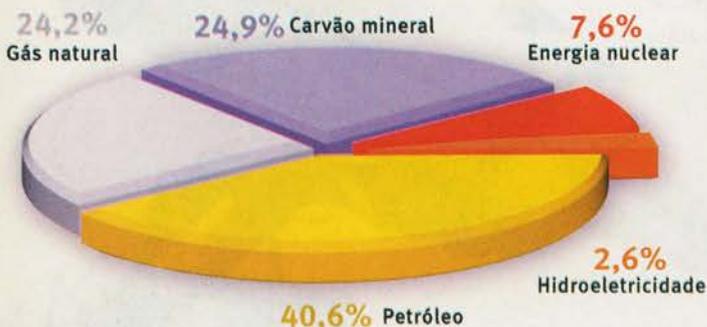
O desenvolvimento de turbinas de geração de eletricidade a partir da queima de gás natural e a substituição dos derivados de petróleo por esse combustível em todos os setores econômicos ajudaram a ampliar seu uso nos anos 70 e 80. Hoje, o calor obtido nessas turbinas geradoras é usado ao mesmo tempo para produzir vapor, que por sua vez também permite gerar eletricidade, no processo denominado cogeração. A eficiência térmica desse processo é quase o dobro da obtida em usinas termelétricas convencionais (a carvão ou óleo combustível).

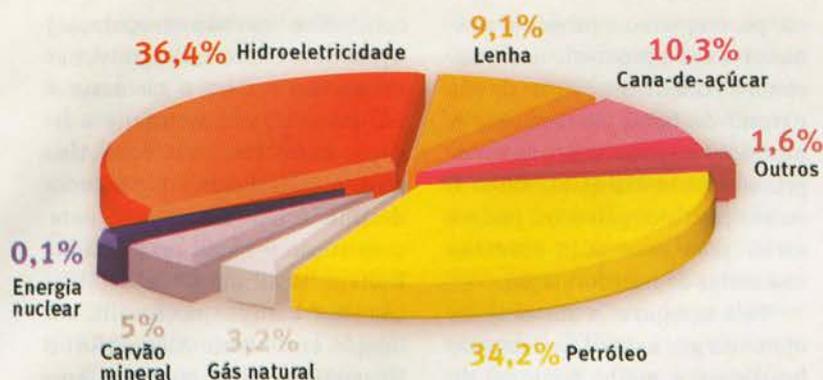
Ao contrário do que acontece com os derivados de petróleo, é geralmente inviável armazenar o gás natural. Em condições favoráveis, podem ser utilizados tanques criogênicos, onde ele é mantido a baixíssimas temperaturas (na forma líquida), com grande redução do volume. O modo mais fácil de estocar esse gás é nos próprios reservatórios subterrâneos onde é encontrado. Em função da perspectiva de uso mais disseminado desse combustível, vem se tornando comum a reinjeção do gás natural em poços de produção de petróleo, de onde poderá ser recuperado. Não se deve jogar fora uma substância energética que terá, como já tem em muitos lugares, notável importância no futuro.

O uso do gás natural no Brasil

As crises vividas pela economia brasileira nas últimas décadas reduziram o ritmo de crescimento do país, mas a demanda por energia continuou crescendo. Isso indica que em uma eventual retomada econômica o consumo de energia será acelerado, pressionando a matriz energética brasi-

Matriz energética mundial (não inclui dados sobre lenha e outras fontes baseadas na biomassa)





leira. Desde meados do século atual, o petróleo, a lenha e o carvão vegetal perderam participação nessa matriz, enquanto as fontes renováveis de energia (em especial a hidrelétrica, mas com a contribuição do álcool e do bagaço de cana-de-açúcar) cresceram de importância. Mesmo com a queda dos preços internacionais do petróleo e com a descoberta de importantes campos petrolíferos no país, o Brasil conserva ainda hoje uma matriz energética baseada em energias renováveis.

O gás natural tem pequena participação nesse perfil. Ele é aproveitado no Nordeste desde os anos 70, menos como combustível e mais como matéria-prima para a indústria de fertilizantes e diversos produtos químicos. Seu emprego como combustível só foi ampliado nos anos 80, com a produção (associada ao petróleo) dos poços marítimos da bacia de Campos (RJ).

Hoje, a energia hidráulica e o petróleo ainda respondem, juntos, por mais de dois terços do consumo energético brasileiro. A primeira teve participação de 36,4% e o segundo de 34,2% em 1999, enquanto o gás natural representou apenas 3,2% do total. Tal percentual, porém, tende a aumentar rapidamente, embora o mercado nacional para esse combustível seja bem recente. De 1970 a 1980, a contribuição do gás natural cresceu de 0,1% do consumo brasileiro de energia para 0,7%, saltando para 1,8% em 1990. O índice atual (3,2%)

já sinaliza claramente a perspectiva de crescimento no seu aproveitamento no país.

A meta do governo brasileiro é a de que o gás natural represente entre 10% e 12% da matriz energética nacional em 2010, com ampliação significativa no uso desse combustível na geração de eletricidade, em equipamentos industriais, nos setores de comércio e de serviços, em residências e em veículos.

As reservas provadas brasileiras totalizavam, até meados deste ano, 225,9 bilhões de m³ (160,9 bilhões em gás associado e 65 bilhões em não-associado). A maior parte está situada no Rio de Janeiro, na bacia de Campos (94,4 bilhões de m³, entre associado e não-associado), e no Amazonas (59,9 bilhões m³, nas duas formas). O restante espalha-se por vários estados: Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, São Paulo e Paraná.

Quando há garantia de fornecimento de gás natural, a preços competitivos, a reação do mercado é imediata, como mostra a experiência de outros países, e sua participação no conjunto das fontes de energia cresce rápido. Com a am-

pliação da malha nacional de gasodutos, essa garantia já existe no Brasil. No entanto, para que a meta prevista para 2010 seja alcançada, a utilização do gás natural precisa ser estimulada.

Parte desse objetivo poderá ser alcançado através do programa de geração de eletricidade a gás, que prevê a instalação, a médio e longo prazos, de várias usinas termelétricas desse tipo, que poderão atingir a potência total de cerca de 17 mil MW, para o abastecimento de áreas não atendidas pela rede de distribuição da energia elétrica de origem hídrica ou para o reforço da geração em centros de consumo já saturados, evitando sobrecargas e danos ao sistema. Mas esse gás também pode ser usado nas indústrias (substituindo o óleo diesel), nos setores de comércio e serviços (por exemplo, em geradores-condicionadores de ar de centros comerciais e grandes edifícios), em atividades domésticas (cocção de alimentos, calefação e aquecimento de água) e no transporte urbano.

A distribuição do gás natural por tubos subterrâneos, nos cen-

Ao lado, matriz energética brasileira

Reservas brasileiras provadas de gás natural, em 1998 (em milhões de m³)



tros urbanos, já ocorre no Rio de Janeiro e em São Paulo, mas em breve chegará a capitais como Belo Horizonte, Curitiba, Florianópolis, Porto Alegre e Campo Grande, e no futuro, com a ampliação da malha de gasodutos, a inúmeras outras cidades. O uso como combustível para veículos também é visto em várias cidades, apesar de algumas dificuldades de distribuição, problema que será naturalmente sanado à medida que aumentem as conversões de automóveis, ônibus e caminhões.

A médio prazo, prevê-se o emprego do gás natural como matéria-prima para a indústria química, permitindo aumentar a produção de plásticos, fertilizantes e muitos outros artigos. Alguns grandes projetos nesse sentido são o Pólo Gás-Sal (no Rio Grande do Norte) e o Pólo Gás-Químico (no Rio de Janeiro). O projeto nordestino baseia-se no aproveitamento de recursos locais (hidrocarbonetos de petróleo e gás natural, sal, calcário e sílica) para gerar matérias-primas industriais e produtos finais químicos e plásticos, além de vidro, sal refinado e sabão

em pó, enquanto o projeto fluminense prevê a produção de etano, eteno e polietileno a partir do gás natural da bacia de Campos. A produção de polietileno, matéria-prima para embalagens, sacos e outros produtos plásticos, poderá atrair para esse pólo diversas indústrias de transformação.

Para assegurar o aumento da oferta do gás natural no mercado brasileiro, a malha nacional de dutos cresceu muito nos anos 90. Quase 70% dos cerca de 4.900 km de gasodutos de transporte de gás processado em operação no país foram instalados a partir de 1996. Estão em operação o gasoduto Bolívia-Brasil, que traz o gás natural boliviano, a partir de Santa Cruz de la Sierra, a centros consumidores brasileiros como São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre. Esse gasoduto tem cerca de 3.150 km de extensão, dos quais 2.583 km em território brasileiro: de Corumbá (MS) a Guararema (SP), com 1.418 km, e de Campinas (SP) a Canoas (RS), com 1.165 km. O restante da malha em operação está no Nordeste, entre Ceará e Bahia (1.159 km), no Espírito Santo (142 km) e no Sudeste, unindo as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte (1.012 km). Essas três malhas ligam unidades de processamento (UPGNs) aos centros consumidores das regiões em que se encontram. Existem ainda no país 2.300 km de dutos que transferem gás natural das áreas de produção (em terra e no mar) às UPGNs.

A malha nacional continua a ser ampliada. Estão

concluídos (mas não em operação) o gasoduto Urucu-Coari, no Amazonas, que escoará o gás natural das reservas amazônicas, e a ligação entre Pernambuco e Alagoas, que unificará a malha nordestina, e têm autorização para construção o ramal do gasoduto Bolívia-Brasil até Cuiabá (MT), com 627 km (267 no Brasil), e a ligação entre Porto Alegre (RS) e Uruguaiana (RS), com 615 km, que ligará a malha brasileira à argentina. Além desses, estão em estudos a ligação entre Porto Alegre e a capital uruguaia, Montevideú, a ligação Coari-Manaus (para levar o gás natural à capital amazonense) e a ligação Cabiúnas (RJ)-Vitória (ES), para interligar a malha do Sudeste com a do Espírito Santo.

Combustível limpo e competitivo

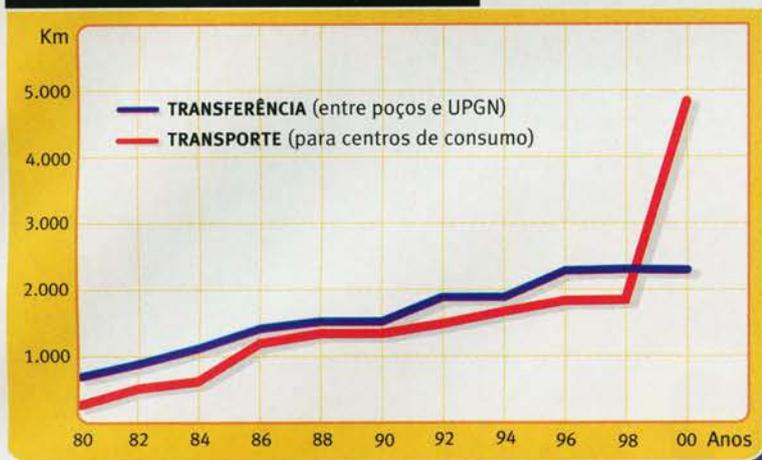
O gás natural pode substituir com vantagens praticamente todos os demais combustíveis, em especial pela facilidade de manuseio, pelo alto rendimento e pelo menor impacto ambiental. As instalações exigidas para seu aproveitamento são simples e de baixo custo, com fácil adaptação de equipamentos já existentes. O usuário não precisa estocar o produto, o que simplifica muito o manuseio e poupa espaço nas instalações industriais, e não é necessário prévio aquecimento (comum no caso do óleo combustível). Além disso, o gás canalizado é medido e faturado após o uso.

O risco de interrupção do fornecimento, hipótese que prejudica a adoção do novo combustível, é mínimo no país após a entrada em operação do gasoduto Bolívia-Brasil. Mas esse risco também pode ser minimizado com os chamados sistemas de alimentação dual: mantendo apenas um pequeno estoque de outro combustível, os usuários não são prejudicados por uma eventual falta de gás.

Malha nacional de gasodutos (julho de 2000)



Evolução da malha nacional de gasodutos



Além de apresentar baixo nível de contaminantes, eliminados no tratamento inicial, o gás natural oferece uma combustão considerada 'limpa', por produzir apenas água e gás carbônico (CO₂). Essa emissão de CO₂ é cerca de 30% menor que a de outros combustíveis fósseis, o que significa menor contribuição para o efeito estufa. Isso decorre da relação carbono-hidrogênio: no gás natural, a proporção do primeiro elemento é menor que nos derivados de petróleo.

Além disso, a queima desse gás não emite materiais particulados ou óxidos de enxofre, poderosos agentes poluidores. Mais leve que o ar, ele também não se acumula na superfície em caso de vazamento, dispersando-se rapidamente na atmosfera, embora seu uso em ambientes fechados (instalações industriais ou residências) apresente riscos e exija cuidados, como qualquer outro combustível.

Os equipamentos (turbinas e motores) movidos a gás natural são pouco afetados pela formação de carvão, o que reduz custos de manutenção e facilita regulagens, para um melhor rendimento energético. Além disso, crescem em todo o mundo os esforços para manter o preço do gás natural competitivo, em relação aos combustíveis convencionais. Essas

vantagens, somadas ao ganho energético, possibilitam em diversos setores industriais uma redução dos custos de operação e manutenção. No caso dos veículos, a utilização do gás natural (na forma de gás metano veicular) tem benefícios para o usuário (redução de até 60% dos custos com o combustível e outros) e para a sociedade (menor poluição).

Para o país, as vantagens principais do gás natural são a diversificação da matriz energética, o menor uso do transporte rodoviário de derivados de petróleo (com reflexos na manutenção de rodovias e ferrovias), a maior competitividade das indústrias nacionais, a possibilidade de gerar energia elétrica perto dos centros de consumo, a redução da poluição urbana (por conta da combustão mais limpa) e a menor exigência de investimentos em armazenamento.

A opção energética do momento

Em todo o mundo, o gás natural é apontado atualmente como a opção mais importante para a diversificação das fontes de energia. No Brasil, esse ponto de vista começa a se firmar, com a oferta crescente e regular desse combustível e com o esforço de estabilização de preços e de regulamentação da produção e do trans-

porte, gerenciados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). A distribuição aos consumidores é regulada pelos governos estaduais.

A redução dos investimentos públicos na geração de energia hidrelétrica e na ampliação dos sistemas de transmissão torna crescente o risco de dificuldades no fornecimento de eletricidade no país. Nessa área, o uso do gás natural em usinas termelétricas próximas aos centros de consumo complementar o fornecimento por usinas hidrelétricas ou nucleares, sem a necessidade de implantar extensas linhas de transmissão. Substituir o óleo combustível usado hoje em usinas termelétricas convencionais também traria benefícios econômicos e ambientais.

A questão ambiental é importante fator de estímulo ao gás natural. No Brasil, e em todo o planeta, cresce a conscientização social em relação à preservação ambiental, fortalecem-se as instituições voltadas para essa questão e surge uma legislação mais rígida, o que certamente terá reflexos nos custos dos combustíveis cuja queima é mais nociva ao meio ambiente. Mais 'limpo', o gás natural destaca-se como uma opção adequada, já que outras fontes de energia (como a solar e a eólica) ainda não têm como responder à demanda com a rapidez necessária.

A perspectiva de oferta regular de gás natural nacional e importado e de redução da incerteza quanto a preços relativos abre caminho para o surgimento de uma cultura de uso desse combustível no Brasil. Para isso, sem reduzir o esforço para a descoberta de novas reservas, é preciso estimular o aproveitamento do gás natural, desenvolvendo formas de utilização da energia que ele pode fornecer, capacitando recursos humanos para esse setor e ampliando a rede de distribuição. ■



FOTO FERNANDO BERGAMASCHI



Programa de **recursos humanos**
da **ANP** para o setor de
petróleo e gás

PRH - ANP / MME / MCT

531 bolsas concedidas • **R\$ 3,8 milhões** para taxas
de bancada em 2000 • **22** universidades participantes
em **13** estados • **31** programas beneficiados

Apoio à **formação de pessoal** qualificado
na área de **petróleo e gás natural**

Maiores informações, visite nosso site: www.anp.gov.br (seção desenvolvimento tecnológico)

Endereço eletrônico: prh@anp.gov.br

