ciência hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

272

VOL. 46
JULHO
2010
R$ 9,95

Mário Perini fala de sua gramática do português brasileiro

Criação de polvos é alternativa de renda em áreas litorâneas

Como teorias erradas ganham adeptos antes de serem desmentidas

Mudanças climáticas

SINAIS DE ALERTA NA COSTA BRASILEIRA

Mudanças climáticas na costa brasileira

Furacões na costa leste americana, inundações gigantescas que fazem desaparecer ilhas do Pacífico, derretimento do gelo dos polos, desertificação de regiões extensas. Essas não são imagens de mais um filme catastrófico hollywoodiano, mas previsões científicas que podem se concretizar caso a temperatura do planeta continue a aumentar. Embora seja difícil prever os efeitos do aquecimento da Terra, as mudanças climáticas globais hoje são uma realidade e uma preocupação. Como avaliar então com precisão a dimensão de tais alterações do clima e os impactos que terão na paisagem natural e na vida humana?

Uma das estratégias de que os cientistas se valem é a identificação e o acompanhamento de processos que possam não apenas confirmar que o clima está mudando, mas que também indiquem como e em que medida isso afetará o planeta em que vivemos. Encontrar e estudar indicadores desse tipo é o objetivo de pesquisas feitas hoje em todo o mundo, inclusive no Brasil.

No Nordeste, a redução das chuvas prevista em modelos que simulam efeitos das mudanças climáticas foi confirmada. Estudos no rio Jaguaribe e em trechos do litoral apontam alguns processos naturais, como mudanças do nível do mar e erosão da costa, que podem servir como indicadores. Sua avaliação mostra que, de fato, as mudanças no clima vêm intensificando as alterações ambientais. Torna-se necessário, portanto, aprofundar o estudo desses e de outros indicadores, para que se possam encontrar formas de adaptação às transformações previstas.

A redação

ciência hoje

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

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

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

REDAÇÃO
Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Isabela Fraga e Bruna Ventura; **Colaboraram neste número** • Caroline Eidt e Henrique Kugler; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho
ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@amperdesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães
SUCURSAIS
SUL • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (oxx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná
SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (oxx13) 9756-0848
PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL • **Superintendente** • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo,SP. Telefax: (oxx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • **Gerente** • Fernanda L. Fabres. Telefax: (oxx21) 2109-8960 (fernanda@cienciahoje.org.br)
REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (oxx61) 3328-8046/ 9972-0741.
PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO • **Gerente** • Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.
DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE • Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (oxx21) 2109-8999 – Fax.: (oxx21) 2541-5342 • Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional**: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (oxx11) 3259-2766 e Fax: (oxx11) 3106-1002.

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

APOIO: MCT CNPq FINEP

ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
0800 727 8999

NO RIO DE JANEIRO 21 2109-8999

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

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

Capa: Paulo Barreto/Agência O Globo

20 Agricultura intensiva e erosão acelerada

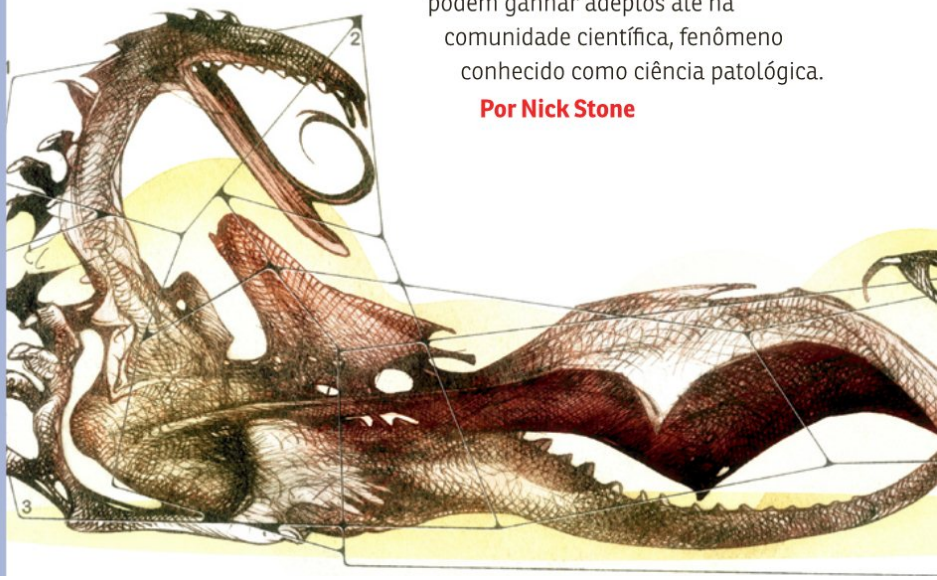
A agricultura atual, em especial as monoculturas, lidam com o ambiente de modo irracional, levando muitas vezes à erosão e à perda de solos. Para evitar esse risco e dar sustentabilidade aos solos agrícolas, é preciso adotar técnicas e práticas conservacionistas.

Por Gleise Regina Bertolazi dos Santos e Celso Dal Ré Carneiro

26 Ciência patológica... Segue firme e forte!

Um desafio, na ciência, é separar especulações banais de ideias inicialmente difíceis de justificar de modo claro. Assim, certas afirmações incoerentes podem ganhar adeptos até na comunidade científica, fenômeno conhecido como ciência patológica.

Por Nick Stone



32 Mudanças climáticas globais: caçando indicadores no Nordeste brasileiro

Como avaliar a dimensão das mudanças climáticas e os impactos que terão na natureza e em nossa vida? Uma das formas é identificar e avaliar processos que confirmem essas alterações. Alguns desses indicadores vêm sendo encontrados em estudos no Nordeste.

Por Luiz Drude de Lacerda, Mario Duarte Godoy e Luis Parente Maia

38 A nova ciência marinha: uso de veículos remotos no estudo do fundo do mar

Os recursos minerais e biológicos existentes nos oceanos estimulam a realização de estudos sobre o ambiente marinho. Para isso, são usadas novas técnicas, como o uso de minissubmarinos. Essa tecnologia já é utilizada no Brasil.

Por Leonardo Hislei Uchôa Monteiro e Luis Parente Maia

44 Homens do mar: os jangadeiros e suas embarcações a vela

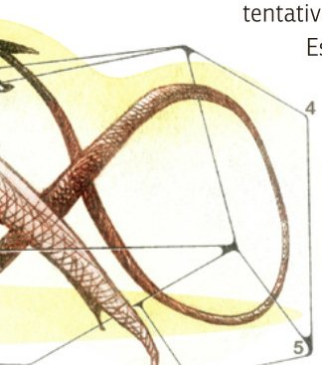
Modificadas nas últimas décadas, as jangadas nordestinas continuam a ser usadas na pesca em alto mar, em especial no litoral do Ceará.

Por Miguel Sávio de Carvalho Braga

48 Polvo: alternativa de cultivo no Nordeste

O grande consumo desse animal tem estimulado tentativas de criação em cativeiro. Essa atividade pode ser boa opção em áreas litorâneas do Brasil.

Por Raúl Malvino Madrid



O LEITOR PERGUNTA

4 Os cremes faciais antienvelhecimento são realmente eficazes?

4 Se já é possível, hoje, retirar o DNA de um pequeno fragmento de tecido, um dia será possível reconstruir um ser vivo, como acontece no filme *Jurassic Park*?

5 Quais as evidências que podem garantir que um país está enriquecendo urânio e desenvolvendo armas nucleares?

ENTREVISTA

6 Mário Perini
Inimigo de Portugal?
Linguista defende a originalidade do português que é falado no Brasil

10 MUNDO DE CIÊNCIA

A PROPÓSITO

19 Viva a carne!
Origem da linguagem pode estar ligada a mudança na alimentação

EM DIA

51 Ouvido biônico
Dois mil deficientes auditivos recebem implante coclear por ano no país

52 À prova de frio
Sapo indica que parte da mata atlântica pode ter resistido à era do gelo

54 Limpo e silencioso
Primeiro ônibus urbano a hidrogênio do hemisfério Sul é lançado no país

56 Curiosidades da floresta de araucária
Exposição revela a diversidade dos liquens no Rio Grande do Sul

58 Memória indígena
Maior conjunto de estruturas subterrâneas do país é encontrado no Sul

60 Biodiversidade nos formigueiros
Animais conseguem viver no interior de colônias de formigas-lava-pés

62 Computador, qual é o gênero?
Desenvolvido programa computacional que identifica estilos musicais

OPINIÃO

65 Rodovia para todos?
Decisão de recuperar estrada ameaça floresta no coração da Amazônia

68 FUTURO CIENTISTA

ENSAIO

70 Darwin, Lamarck e a herança de caracteres adquiridos
Ainda são comuns erros sobre antiga ideia a respeito da evolução

MEMÓRIA

73 A chave do tamanho
Método para medir diâmetro de estrelas foi desenvolvido há 90 anos

RESENHA

76 Nada mais tropicalista
Resenha do livro *Brutalidade jardim – A Tropicália e o surgimento da contracultura brasileira*, de Christopher Dunn

78 CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

79 Martin Gardner (1914-2010)
Morre um dos maiores divulgadores da matemática no século passado

SOBRE HUMANOS

80 Da diferenciação racial
Apesar do nome, Estatuto da Igualdade Racial estabelece distinções

Os cremes faciais antienvelhecimento são realmente eficazes? Eles têm respaldo científico?

BIA TROVATO, POR CORREIO ELETRÔNICO

SXC.HU

Os cremes faciais antienvelhecimento podem ser divididos em cosméticos, cosmecêuticos e remédios, e estes últimos têm comprovação científica quanto à eficácia. Essa diferença muitas vezes não fica clara para o consumidor, mas é importante para o fabricante, pois cada uma dessas categorias tem requisitos variados para seu registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Antes da comercialização, os produtos devem ter comprovados a segurança e bons resultados no cuidado da pele.

Os cosméticos – por exemplo, os hidratantes comuns e as maquiagens – têm capacidade de limpeza e de manter a aparência saudável da pele. Devem ser seguros para o uso, mas não há necessidade de estudos clínicos específicos para registro e venda.

Os cosmecêuticos são aqueles com propriedades terapêuticas. Estudos de segurança em pequenos grupos são obrigatórios antes da sua divulgação e comercialização. Nessa categoria, estão incluídas as maquiagens com filtro solar e os cremes divulgados em revistas femininas.

Os remédios são substâncias com comprovação científica de bom resultado terapêutico. Nessa categoria, o creme antienvelhecimento apresenta melhora da estrutura da pele e redução de rugas, como comprovam estudos mais completos com grande número de pacientes. Por outro lado, podem ter efeitos colaterais, como irritação e descamação da pele. Por isso, fazem parte de um tratamento e precisam de acompanhamento e prescrição médica.

Fabiane Mulinari Brenner
Serviço de Dermatologia do Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná

Se já é possível, hoje, retirar o DNA de um pequeno fragmento de tecido, um dia será possível reconstruir um ser vivo, como acontece no filme *Jurassic Park*?

EDUARDO SILVEIRA, POR CORREIO ELETRÔNICO

ROGER HARRIS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL DC/LATINSTOCK

Dificilmente isso será possível. No filme *Jurassic Park* (*O parque dos dinossauros*), de Steven Spielberg, as partes do genoma que ficaram faltando foram complementadas com o genoma de outra espécie, algo que requereria uma manipulação por demais complexa. E mesmo que isso fosse realizado, o indivíduo que daí resultasse constituiria, na verdade, outra espécie.

Além disso, o fato de se ter à disposição um fragmento, ou mesmo o genoma inteiro de uma espécie, não significa que se pode obter daí um ser viável. Embora atualmente seja possível introduzir pequenos fragmentos de DNA em células vivas – um gene, por exemplo – e daí conseguir uma proteína codificada pelo gene introduzido, uma coisa completamente diferente é obter um ser pluricelular a partir de seu genoma (em bactérias isso já pode ser feito).

No contexto dos dinossauros do filme, seria necessário introduzir na célula hospedeira o núcleo intacto extraído de células vivas destes, como se faz atualmente ao clonar certos animais a partir de suas células somáticas. E obter núcleos intactos de células de dinossauros é algo claramente impossível.

Franklin Rumjanek
Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Quais as evidências que podem garantir que um país está enriquecendo urânio e desenvolvendo armas nucleares?

FREDERICO PRADO ABREU

É difícil notar essas evidências se o país desenvolve armas nucleares secretamente, mas sabemos que, para conseguir isso, um pré-requisito que o país precisa ter é o domínio completo da tecnologia nuclear. Entretanto, quando um tratado internacional é assinado, tendo a Organização das Nações Unidas (ONU) como pano de fundo, o país está se comprometendo a não produzir armas nucleares.

É importante lembrar, contudo, que produzir uma bomba atômica não significa produzir uma arma nuclear. Fazer uma bomba pode ser fácil, mas não é fácil fazer uma arma de destruição em massa, porque precisa ser bastante pequena e leve, para que possa ser lançada por mísseis. Quando o país começa a testar mísseis, ele desperta a preocupação dos outros em relação ao desenvolvimento de armas nucleares e isso pode vir a ser outra evidência.

A demonstração iraniana no domínio das tecnologias nucleares, e de mísseis, tem certa semelhança às demonstrações da Índia e do Paquistão, ao realizarem seus testes nucleares. Atualmente, o único país que mantém uma política de ambiguidade sobre sua capacidade nuclear seria Israel, apesar da forte suspeita internacional sobre a existência de seu arsenal nuclear. O Irã age de maneira explícita e convoca a imprensa para anunciar seus feitos. A demonstração do seu potencial nuclear não seria apenas uma encenação, mas um jogo político para que, por meio do temor de que desenvolva um arsenal nuclear, tenha condições de diálogo no contexto do tratado de não proliferação nuclear (TNP) da ONU.

FOTO STRINGER/IRAN/REUTERS/LATINSTOCK

Fernando de Souza Barros
Instituto de Física (professor emérito), Universidade Federal do Rio de Janeiro

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

INIMIGO DE PORTUGAL?

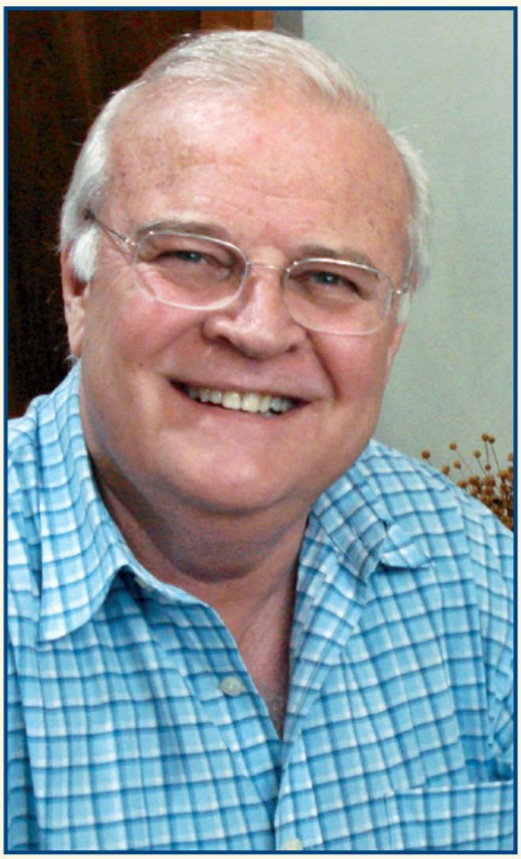


FOTO LÚCIA FULGÊNCIO

Mário Perini

No vasto campo da linguística, Mário Perini escolheu a gramática como objeto de estudo desde que se graduou, em 1967, na Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais, onde hoje é professor. Seu envolvimento com a pesquisa na área em universidades brasileiras e nos Estados Unidos lhe dá autoridade para abrir fogo contra o ensino de gramática tal como é feito na maioria de nossas escolas. "Os livros que chamamos 'gramáticas' contêm resultados, mas nunca dizem como é que se chegou a eles; não admitem questionamento e não mostram como a língua é, mas como deveria ser", critica Perini.

Convencido de que a gramática não é instrumento para aquisição da língua escrita, defende seu estudo como disciplina científica, como a astronomia, a química ou a história. "Esperar que o estudo de gramática leve alguém a ler ou escrever melhor é como esperar que o estudo de fisiologia melhore a digestão das pessoas", ironiza. Para oxigenar o ar viciado que sufoca o ensino de gramática no país, Perini acaba de lançar *Gramática do português brasileiro* (Parábola Editorial), em que descreve a língua falada no Brasil por pessoas letradas em situações normais de fala. A formalização, em uma gramática, do fato de que o português brasileiro é diferente do europeu lhe rendeu a acusação de "inimigo de Portugal". Nesta entrevista, ele fala do novo livro e dá um recado a seus opositores: "Inimigo de Portugal coisa nenhuma; só estou abrindo os olhos das pessoas para a realidade, que não fui eu que criei".

Sônia Queiroz
(Faculdade de Letras / Universidade Federal de Minas Gerais)
Roberto B. de Carvalho
(Ciência Hoje/PR)

O que o levou a escrever a *Gramática do português brasileiro*?

Há tempos eu e outros colegas tentamos renovar a gramática. O professor Ataliba de Castilho, da Universidade de São Paulo, há 30 anos tem publicado trabalhos importantes sobre vários aspectos do português brasileiro, e seu impacto no ensino é quase zero. Pensando no que faltava, achei que uma gramática do português brasileiro poderia ajudar, uma espécie de síntese, mais acessível que uma antologia de artigos em linguagem especializada. Curiosamente, logo que minha gramática saiu, soube que está sendo publicada também uma gramática do professor Ataliba. Ainda não vi o trabalho, mas é possível que ele tenha escolhido outra variante do português falado no Brasil para descrever.

Que variante o senhor descreve em sua gramática?

O português do Brasil falado em áreas urbanas por pessoas que têm certo grau de instrução, em situações normais de fala. Trata-se do falante letrado, mais do que simplesmente alfabetizado. Convém lembrar que o português padrão escrito é usado na fala só em circunstâncias específicas, como discurso de formatura. No dia a dia ninguém fala assim. A fala que descrevo não é a do brasileiro inculto. Não trato de formas estigmatizadas, como *menas*, usada talvez pela maioria dos brasileiros, mas qualificada pejorativamente mesmo na fala.

Sua gramática descreve a língua padrão falada no Brasil. Diante das disparidades econômicas, sociais e regionais do país, é possível considerar que temos uma língua falada padrão?

Uniformidade não existe. Por outro lado, pessoas que têm alguma atividade intelectual falam uma língua bastante homogênea. Mas há diferenças e tive que tomar decisões. A construção *Você quer que eu vou lá?*, por exemplo, é aceita por pessoas escolarizadas em algumas regiões do país e repudiada em outras. O mesmo acontece com frases como *O vidro quebrou*. Falantes de algumas regiões preferem *O vidro se quebrou*. Mas, em geral, esse *se* desapareceu da fala. Portanto, há variações, que procurei consignar. Mas a grosso modo existe um padrão falado brasileiro que é bastante uniforme e se opõe nitidamente ao padrão escrito. A distância entre o padrão escrito e o falado é mais ou menos a mesma em todas as partes do Brasil. Mas, se tomamos o conjunto da população, temos grandes variações.

Seu livro foi elaborado em um contexto de preocupação com a abordagem científica da gramática, no caso a gramática do português. Isso tem a ver também com um modo de ensinar, não?

Estudar gramática (seja em que gramática for, desse ou daquele autor) não é o melhor caminho para se adquirir habilidade de escrita e fala. Isso deve ser dito porque tem havido muita promessa falsa. É preciso entender que a gramática é uma disciplina científica que está na escola e ocupa lugar semelhante ao da física, por exemplo. O aluno que estuda física não vai necessariamente ser físico nem vai pular melhor porque sabe física. Trata-se do estudo de um aspecto do universo; no caso da gramática, a linguagem verbal, que é o aspecto mais importante do universo social. Luiz Fernando Veríssimo, assim como outras pessoas que escrevem bem, vive dizendo: "Eu não sei gramática!" Essa é uma prova de que não há relação direta entre domínio da escrita e conhecimento gramatical.

Existe um padrão falado brasileiro que é bastante uniforme e se opõe nitidamente ao padrão escrito

O senhor se diz preocupado em tornar o estudo de gramática uma atividade científica, com conceitos e método de investigação rigorosos. Nossas gramáticas seriam então algo sem compromisso com a ciência?

As gramáticas que temos hoje são o resultado de 80 anos de tesoura e cola, feitas por indivíduos que, em sua maioria, não são pesquisadores. Nunca consegui discutir o caráter científico da gramática com gramáticos tradicionais. Do ponto de vista científico, a gramática tradicional tem sérios problemas: primeiro, é prescritiva; depois, está cheia de contradições. No livro *Da necessidade de uma gramática-padrão da língua portuguesa*, de 1983, a professora Amini Hauy faz uma crítica contundente à gramática tradicional do ponto de vista metodológico e filosófico, apontando várias contradições. Em uma aula de ciências, professor e alunos fazem estudos práticos, e estes aprendem que as coisas acontecem daquele jeito não porque o professor disse, mas porque viram como acontecem. Observam algo do mundo real. Mas no estudo de gramática não é assim. Tudo já está feito; alguém disse que é assim e pronto. Talvez haja exceções. Como é ensinada, a gramática não serve para nada: não é caminho para o domínio da linguagem padrão nem descreve fatos da língua com base na realidade.

O senhor acha preferível abolir o ensino de gramática na escola?

A gramática tradicional, feita até 1920, é a base da linguística moderna e nesse ponto merece ser estudada. O problema é que, por ser ensinada com um viés anticientífico, não tem função educativa. Não defendo o fim do ensino de gramática, mas é urgente mudá-lo. Os alunos não chegam a se deformar cientificamente (so-

bretudo os que vão para outras áreas) porque percebem que o ensino da matéria é um jogo: aprendem o que o professor quer, decoram para a prova e depois esquecem. No caso de estudantes ou profissionais de letras, a questão é mais grave, pois, como são obrigados a levar a disciplina a sério, ela pode causar deformações intelectuais, como não aceitar uma discussão sobre formas atuais da língua. O português para eles é o que foi estudado nas gramáticas normativas e reconhecer que existe um português falado é uma heresia ou uma atitude antipatriótica. Em alguns sítios na internet, eu e outros linguistas fomos tachados de inimigos de Portugal. Não somos inimigos de Portugal. Estamos apenas abrindo os olhos das pessoas para a realidade. Vejam a mentalidade que se cria: sou considerado inimigo de Portugal por afirmar que no Brasil a fala é diferente. Nesse sentido acho que o ensino de gramática do jeito que é feito faz mais mal do que bem.

Estudar gramática não é o melhor caminho para se adquirir habilidade de escrita e fala

Quer dizer que em nossas universidades se ensina gramática tradicional?

Como se fosse coisa séria. Mas o problema é complexo. Entendo o argumento do profissional que ensina gramática normativa por falta de opção. Mas a abordagem deve ser cuidadosa e o professor deve alertar o aluno para as contradições. Ele tem que ensinar o sistema de Ptolomeu porque os livros trazem o sistema de Ptolomeu. Mas só por isso. Quem ensina um sistema equivocado deve ter consciência disso o tempo todo. Só vamos sair disso quando houver material alternativo. Estou fazendo a minha parte e outros terão que fazer a sua.

Não podemos ver uma atitude política na sua decisão de escrever uma gramática do português brasileiro?

Tem uma grande briga nessa história e provavelmente há um fundo político. A *Gramática do português brasileiro* derivou da gramática *Modern portuguese*, que publiquei em 2002 pela editora da Universidade de Yale, nos Estados Unidos, sobre o português brasileiro para falantes de inglês. Quando *Modern portuguese* saiu, houve muitos comentários de leitores na internet. Recebi elogios e também muitas críticas por ter descrito a linguagem falada. Alguns foram até violentos, dizendo que eu queria obrigar os alunos a falar a linguagem da favela. Não sou contra ensinar a linguagem da favela, mas a verdade é que descrevi a linguagem que todos falamos: *Me dá isso aí*; *me dá ele aí*. Quem considera que essa é a linguagem da favela não tem consciência da língua que fala. Quero deixar claro que o fato de descrever a língua falada não significa que eu esteja combatendo o português padrão escrito, que existe e deve ser ensinado.

O senhor pode dar exemplos de estruturas do português falado no Brasil descritas em sua gramática?

Um caso óbvio são as construções de orações adjetivas, como *A rua que eu moro*. Essa é a maneira normal de falar no Brasil. A preposição desapareceu e às vezes é recuperada no fim da frase: *A rua que eu moro nela*. Nesse caso, o *nela* é desnecessário, pois só pode ser *nela*. Mas, em *A menina que eu falei*, é preciso usar a preposição no final para evitar ambiguidade, pois pode ser a menina da qual eu falei ou a menina com a qual eu falei. Ficaria então: *A menina que eu falei dela* ou *A menina que eu falei com ela*. A estrutura das orações adjetivas com preposição na língua oral é, portanto, bem diferente do português padrão escrito. Outro exemplo são as formas verbais, tanto de pessoa quanto de tempo. No caso de pessoa, no português falado no Brasil, temos: *eu*, *você*, *ele*/*ela*/*eles*/*elas* e o *nós* um pouco ameaçado por *a gente*. O *tu* é usado só em certas áreas do Brasil, e o *vós* não se usa nem na fala nem na escrita. Quanto aos tempos: o mais que perfeito simples (*Eu fizera*) está morto na língua falada, e o futuro do presente (*Eu farei*) está praticamente morto. O futuro do pretérito (*Eu faria*) não está tão morto assim. O presente do subjuntivo, como disse, está ameaçado pelo indicativo em várias partes do Brasil.

O que o senhor tem a dizer sobre a fala do brasileiro letrado quanto ao uso dos pronomes oblíquos?

Quanto a isso, temos: *Vou levar você no cinema* ou *Vou te levar no cinema*. Às vezes se usa *Ele foi procurá-la*, referindo-se a uma terceira pessoa. Mas vocês não diriam *Vou procurá-lo*, dirigindo-se a mim; diriam *Vou procurar você* ou *Vou te procurar*. Outra coisa: o pronome *seu* significa *de você* e não *dele*. Conversando aqui entre a gente, se eu digo *Sua blusa é verde*, estou me referindo à *tua* blusa e não à *dele*. Isso já está estabelecido na língua falada. Um caso engraçado a esse respeito: eu estava com duas amigas (uma brasileira e outra sueca que falava português bem, aprendido em Portugal), ouvindo uma música da Maria Bethânia. A certa altura a sueca disse: "Sua voz é muito bonita", ao que a brasileira respondeu: "Obrigada". O sistema pronominal do português brasileiro, falado ou escrito, é muito diferente do de Portugal. Na língua falada, *lo*, *la*, *los*, *las* são usados em fórmulas: *Prazer em conhecê-lo*. Mas é raro ouvirmos frases como *O café está na cozinha; vá buscá-lo, por favor*. Às vezes temos a omissão do pronome: *O café está na cozinha; vá buscar, por favor*.

No campo dos estudos de gramática, o problema no Brasil é mais grave do que em outros países?

Para escrever a gramática do português brasileiro, consultei gramáticas do espanhol, francês, inglês, italiano e até do romeno. Basicamente a situação é tão ruim quanto a nossa. A diferença é que para algumas línguas há trabalhos muito benfeitos, mas em nível muito alto, que não chegam à escola, como é o caso da *Grande grammatica italiana di consultazione* ou a *Gramatica descriptiva de la lengua española*. Em 1985 saiu uma gramática do inglês, *A comprehensive grammar of the English language*, de Randolph Quirk, Sidney Greenbaum e outros autores, que considero apenas uma boa gramática; no fundo nada mudou. O que tem sido feito nessa matéria em alguns países do primeiro mundo é coisa muito recente, destinada a especialistas. De certo modo, estamos todos no mesmo barco e temos chance de inovar, pois sequer se pode dizer que seguimos um modelo.

O fato de descrever a língua falada não significa que eu esteja combatendo o português padrão escrito. Ele existe e deve ser ensinado

Se compararmos a realidade atual com o que se fazia há 20 ou 30 anos no Brasil em matéria de ensino de língua portuguesa, o senhor acha que houve algum avanço?

O ensino de gramática não mudou: ficou como era ou piorou. Quanto ao ensino de português, acho que tem evoluído no sentido de uma atenção maior à produção de textos. Vi trabalhos interessantes, que confirmam que o ensino de gramática é secundário na aprendizagem do uso da língua. A professora Helie Guerra, de São José do Rio Preto [SP], fez um trabalho curioso. Pegou uma turma das primeiras séries do ensino fundamental e ficou quatro anos com ela. Nesse período, o trabalho na disciplina era só leitura e escrita. Pude ler alguns textos. Eram tão corretos do ponto de vista da gramática tradicional, que cheguei a achar que tinham sido corrigidos. Soube depois que o que li era o texto final dos alunos. A correção gramatical tomou conta de si mesma, se autorresolveu. Achei impressionante uma criança de quinta, sexta série escrever sem um único erro e quis saber como isso tinha sido possível. O segredo estava na motivação dos alunos para a leitura e a escrita. A experiência foi feita há cerca de 20 anos.

O senhor disse que a *Gramática do português brasileiro* não é uma obra de referência. Mas não teria essa função para editores de textos, por exemplo, que poderiam consultá-la para ocasionalmente acatar no texto escrito que estão editando certos traços da língua oral?

Desse ponto de vista, creio que possa ser usada como obra de referência. Mas existe espaço para uma gramática atualizada do português padrão escrito. Se isso for feito, aí, sim, teremos uma gramática de referência. A esse respeito há trabalhos muito bons, coordenados pela professora Maria Helena de Moura Neves: *Gramática de usos do português* e *Guia de uso do português: confrontando regras e usos*. Esses trabalhos não são gramáticas sistematizadas, mas envolvem pontos de gramática. São muito mais respeitáveis do que as gramáticas normativas que temos, pois foram feitos em cima de fatos observados em um extenso *corpus* de língua escrita. O *Guia de uso* mostra, por exemplo, que o verbo *assistir*, na língua escrita, é usado 80% das vezes como transitivo indireto, mas em 20% dos casos aparece com complemento sem preposição: *Assisti parte do filme*. A grande importância desses trabalhos é que eles registram fatos e não fantasias.

Por que o ensino de gramática no Brasil se apega tanto à gramática normativa? As críticas a ela – feitas há tantas décadas nos cursos de letras, onde se formam professores de português – já não teriam sido suficientes para mudar o quadro que o senhor aponta?

Já pensei muito nisso e não tenho uma resposta; tenho várias pequenas respostas. Uma delas é que não se vê a gramática como algo importante. Se não funcionar, não tem problema. Comparemos com o ensino de matemática, que mudou muito na década de 1960 no Brasil, quando se começaram a valorizar temas como teoria dos conjuntos. Com as mudanças, houve uma grande campanha de retreinamento de professores, e a coisa foi levada a sério. Por um lado, então, a matemática é vista como algo importante; já a gramática não, pois todos sabem que ela não atinge os objetivos que tem oficialmente: servir de base para a aprendizagem da língua. Esse é um aspecto. Há outros, como o fato de a gramática, como livro, ser um negócio que envolve bilhões de reais. É difícil romper com isso se não houver uma base política e econômica forte. Depois, não há material alternativo. É preciso produzir esse material para saber se a falta dele era ou não uma das principais razões de um ensino de gramática tão ruim.

A elaboração da *Gramática do português brasileiro* é uma prova de que o senhor é um otimista quanto ao futuro do ensino de gramática no Brasil?

Sou um otimista delirante. Fiz a *Gramática* pensando que os estudantes de letras, os professores de línguas em geral e demais interessados vão ler e se apaixonar. ■

PAUL HACKETT/REUTERS/LATINSTOCK

MEDICINA Estudo tira 'fotografia química' dos efeitos da prática de exercícios físicos

SANGUE BOM DOS ESPORTISTAS

A expressão CB – do para lá de popular 'çangue bão' – é usada para designar aquela pessoa bacana, gente fina. Agora, segundo pesquisa, poderia ser também aplicada aos que malham – principalmente, aos maratonistas. Resultados de novo estudo podem levar a novos tratamentos para doenças do coração e diabetes.

Fazer exercício, sabe-se, protege contra doenças (derrames, infarto, diabetes 2 etc.) e prolonga a vida. Mas o porquê desses efeitos positivos permanece obscuro. Parte da resposta para esse mistério está nos resultados de pesquisadores liderados por Gregory Lewis, do Hospital Geral de Massachusetts (Estados Unidos). A equipe analisou o sangue de voluntários antes, durante e depois de eles correrem na esteira por 10 minutos, para entender como suar e acelerar o coração mudam o metabolismo e as centenas de substâncias (metabólitos) que, nesse processo, são lançadas no sangue.

Sofisticado, o equipamento empregado (espectrômetro de massa) podia analisar até 200 metabólitos de uma só vez.

A equipe mostrou que, do ponto de vista químico, fazer exercício cria uma nova pessoa, pois altera significativamente os metabólitos. O estudo, por meio de um tipo de fotografia instantânea química do sangue dos voluntários, revelou que aqueles que estão em forma têm um aumento de 98% na 'queima' de gordura, açúcar e aminoácidos. Em sedentários, esse aumento é mais modesto: de 60% a 70%. Porém, em 25 atletas que correram a maratona de Boston em 2006, essa elevação foi de 1.128%. Para estes, o aumento da 'queima' de gorduras, açúcares e carboidratos ocorreu tanto em exercícios breves quanto prolongados.

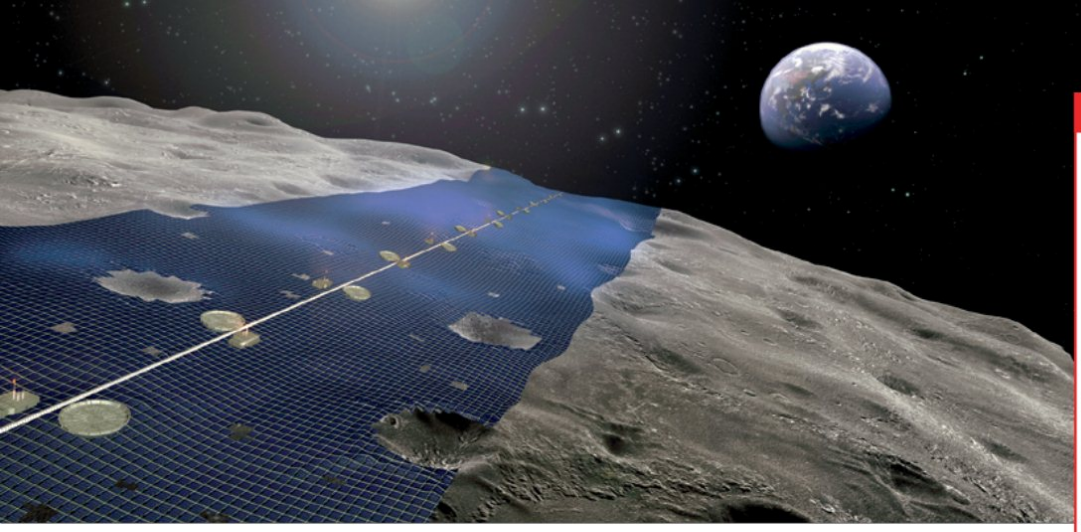
Novos programas e suplementos

O exercício, nos três grupos, mudou cerca de 20 metabólitos, relacionados com o processamento de alimentos, mas também com o uso, pelo corpo, das moléculas de ATP, principal fonte de energia das células. Algumas mudanças metabólicas ocorrem só nos músculos em ação; outras, no corpo inteiro. O estudo também revelou o aumento de moléculas até então não relacionadas com a prática esportiva, como a niacinamida, um derivado de vitamina que eleva o lançamento de insulina no organismo. Os metabólitos, em média, permaneceram no corpo até uma hora depois do exercício.

Os autores descobriram que a combinação de cinco metabólitos é capaz de aumentar a atividade do gene nur77, que, como se observou recentemente, regula o metabolismo das gorduras e os níveis de açúcar – camundongos que se exercitaram por 30 minutos aumentaram cerca de cinco vezes a atividade desse gene nos músculos.

Os autores acham que um dia será possível medir o preparo físico de uma pessoa por meio de testes de diagnóstico, bem como criar suplementos que reponham metabólitos perdidos com o exercício ou novos programas de condicionamento físico e nutricional. Esperam também que esses resultados levem a novos tratamentos para doenças cardíacas e diabetes.

Science Translational Medicine, 26/05/10



SINTONIA FINA

Plano ousado, mas criativo. Mas, se concretizado, poderá suprir toda a energia de que necessitamos na Terra. A empresa Shimizu Corporation (Japão) propõe passar um cinturão de painéis solares pelo equador da Lua. Isso daria cerca de 11 mil km. A eletricidade gerada seria convertida em micro-ondas e luz *laser* e emitida para a Terra a partir da face lunar que sempre está voltada para o nosso planeta. Aqui, seria novamente convertida em eletricidade – podendo essa ser usada para gerar hidrogênio, que pode ser estocado. A empreitada seria feita por robôs, com a supervisão de uns poucos astronautas – sim, tem algo do filme *Lunar*, com o ator Sam Rockwell. Parte do equipamento será montada no espaço e lançada sobre a superfície lunar. A matéria-prima para cimento, tijolos, fibra de vidro e mesmo água viria do solo lunar. O cinturão de painéis poderia chegar a 400 km de largura. Vantagens do projeto, denominado Anel Lunar: a Lua, sem atmosfera, não tem mau tempo (chuva, nuvens etc.), o que permitiria a produção sem interrupção de energia limpa, em quantidade que poderia suprir todo o consumo terrestre. Mais detalhes (em inglês): http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html

FÍSICA

TRANSISTOR DE UM ÁTOMO SÓ

Em 1959, o físico norte-americano Richard Feynman (1918-1988) fez palestra que se tornou um clássico. Nela, dizia que as leis da física não impediam que os artefatos fossem diminuídos ao nível molecular e atômico. Agora, pesquisadores alemães – com a participação de um brasileiro – acabam de chegar ao limite dessa corrida nanotecnológica: construíram um componente eletrônico à base de um único átomo.

O físico teórico Celso Villas Bôas, da Universidade Federal de São Carlos (SP), faz parte da equipe que conseguiu fazer o que está sendo denominado 'transistor óptico quântico'. Para facilitar as coisas, o leitor pode entender o diminuto aparato – daí o quântico – como um componente que deixa passar (ou não) a luz – daí o óptico. Um transistor em um circuito eletrônico controla a passagem de corrente elétrica, podendo amplificá-la ou interrompê-la.

Um meio que é opaco à passagem de luz pode se tornar transparente se tiver certas propriedades alteradas por outro feixe de luz. Essa é basicamente a essência do experimento que foi conduzido no Instituto Max Planck de Óptica Quântica (Alemanha), no qual Villas Bôas passou um ano. O transistor atômico é formado por dois espelhos (cavidade, como preferem os físicos), entre os quais um único átomo de rubídio é aprisionado por meio de campos eletromagnéticos.

Dois feixes de luz *laser* incidiam sobre o átomo. Um deles era responsável por tornar esse diminuto pedaço de matéria transparente à luz do segundo. Esse fenômeno é chamado transparência induzida eletromagneticamente e também já foi usado, por exemplo, para reduzir, em laboratório, a velocidade da luz (300 mil km/s no vácuo) para poucos metros por segundo. No transistor macroscópico, controla-se a passagem da corrente por meio da voltagem; no quântico, a passagem da luz é regulada pelo segundo *laser*.

Experimentos semelhantes já haviam sido feitos com centenas de milhares de átomos em vez de um só. No estudo, a equipe conseguiu controlar a transmissão de 20% da luz através da cavidade. Mas, segundo os autores, esse percentual pode chegar a mais de 90%. Se esse passo também for dado – o ideal seria 100%, para que os estados 'ligado' e 'desligado' ficassem bem distintos –, estará mais perto a construção de redes nas quais a informação (do tipo quântica) poderá ser transmitida com precisão, entre matéria e a luz. Pode ser também um avanço crucial rumo aos chamados computadores quânticos, ultravelozes, que poderão resolver, em segundos, tarefas que levariam milhões de anos para os computadores de hoje.

Feynman estava certo. Mais uma vez.

Nature, 12/05/10 *on-line*

MAX PLANCK INSTITUTE OF QUANTUM OPTICS

Visão geral do laboratório do Instituto Max Planck de Óptica Quântica em que foi construído o transistor óptico quântico

SINTONIA FINA

Iniciativa que o Brasil podia adaptar e imitar: 400 crianças suíças e francesas, entre nove e 11 anos, de 20 escolas, foram convidadas a desenhar e definir um físico. O material virou a exposição 'Desenhe-me um físico', que deu cor ao segundo andar do Globo da Ciência e Inovação, no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN) – neste último, está o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC, um anel circular de 27 km de comprimento que ocupa território suíço e francês, cujo objetivo é estudar os mais diminutos fragmentos da matéria. Além do desenho, a iniciativa incluía visita ao CERN, entrevistas com físicos e participação em experimentos. Depois disso, os alunos fizeram um segundo desenho, bem como uma segunda definição. No Brasil, a sugestão fica principalmente para o pessoal do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas (SP) – que tal fazer algo semelhante com o nosso acelerador? Embaixo, estão dois desenhos e definições, de antes e depois da visita. No endereço a seguir, há um sem-número deles, bem como fotos da criançada em ação (duas escolas concordaram em ser filmadas e fotografadas): http://dessine-moi-un-physicien.web.cern.ch/dessine-moi-un-physicien/ .

CERN / LANCELOT / ECOLE ROGER VAILLAND DE FARGES, CLASSE DE CE2 AVEC MME MAILLAND

FÍSICA

RUMO ÀS REDES INTELIGENTES

O leitor deve se lembrar – mas certamente gostaria de esquecer – do recente e famigerado 'apagão' que banhou boa parte do território brasileiro na escuridão e caos. Agora, uma dupla de físicos – um deles brasileiro – acabou de publicar artigo que ajuda a entender o comportamento das chamadas redes complexas – inclusive as de distribuição de energia elétrica.

O estudo liderado pelo brasileiro Adilson Motter, da Universidade Northwestern (Estados Unidos), tem a ver com o desenvolvimento das chamadas redes inteligentes. Exemplo: quando isso for realidade, o consumidor irá olhar seu relógio de luz, ver as cotações do dia para os vários tipos de energia (elétrica, eólica, nuclear etc.) e optar – provavelmente, pela de preço mais baixo – com qual quer abastecer sua casa.

O modelo desenvolvido por Motter, em parceria com Takashi Nishikawa, da Universidade Clarkson (também nos Estados Unidos), é bem flexível: pode ser usado para estudar o comportamento de vários tipos de redes que devem funcionar em sincronia. Por exemplo, cérebros, em que grupos de neurônios devem disparar sinais elétricos ao mesmo tempo; bandos de vaga-lumes ou cigarras, que, respectivamente, piscam ou cantam em sincronia para atrair as fêmeas. Importante: tudo isso sem um comando central.

A natureza parece gostar da sincronia, fenômeno que também é essencial para o funcionamento de sistemas artificiais, da telefonia móvel às redes de eletricidade. Vamos nos deter aqui a este último exemplo.

Os geradores de energia devem trabalhar em sincronia, criando corrente elétrica com frequência de 60 hertz (ou seja, que oscila 60 vezes por segundo). Soa fácil, mas é tarefa complexa – e, por vezes, árdua, de alta responsabilidade para os operadores.

E redes inteligentes serão ainda mais complexas que as atuais. O artigo de Motter e Nishikawa mostra que essa complicação extra pode ser explorada para fazer a rede funcionar do modo desejado. Explorando propriedades da própria rede, seria possível prevenir, por exemplo, um 'apagão'. Ou mesmo se recuperar de um.

Redes complexas têm lá suas 'idiossincrasias'. E algumas dessas particularidades foram reveladas agora por Motter e Nishikawa. Entre outras coisas, os resultados dos dois pesquisadores mostraram: i) talvez não seja possível sincronizar uma rede com mil nós (pense, por exemplo, em subestações de eletricidade), mas o modelo Motter-Nishikawa indica que nada impede que uma com 2 mil nós entre em sincronia; ii) curiosamente – e esta foi uma descoberta da dupla de físicos –, duas redes muito semelhantes tanto em tamanho quanto em números de nós podem ter comportamentos bem distintos – ou seja, uma pode ser facilmente sincronizada; a outra, uma 'dor de cabeça' para engenheiros e operadores; iii) para uma rede fora de sincronia voltar a funcionar corretamente, bastaria interromper algumas poucas interações entre os nós e não desligá-la completamente; iv) duas pequenas redes que, digamos, são avessas à sincronização, podem sincronizar quando postas para trabalhar juntas; v) e, contrariando o paradigma aceito até agora, o que é bom para sincronizar dois nós da rede pode não ser bom para sincronizar toda a rede. E vice-versa: o que é ruim para a sincronização de dois nós pode acabar ajudando a sincronizar toda a rede, pois essas 'interações negativas' acabam compensando as heterogeneidades da rede.

Redes têm também seu comportamento caótico. Isso significa que uma diminuta perturbação pode ter consequências inestimáveis: uma torre de alta tensão derrubada pelo vento pode levar a um apagão de boa parte do país. Mas, segundo Motter e Nishikawa, curiosamente, esse mesmo acidente pode, a seu modo, prevenir um apagão ou fazer a rede voltar à sua sincronia.

Como foi dito, redes têm lá suas peculiaridades.

A ideia é que esses resultados ajudem a desenvolver e acelerar a construção de redes inteligentes de distribuição de energia, bem como a entender o comportamento das que estão por aí, para evitar apagões e outras quedas do sistema de geração de energia – que nós, brasileiros, preferimos esquecer.

PNAS, v. 107, n. 23, pp. 10.342-10.347, 2010

EM FOCO

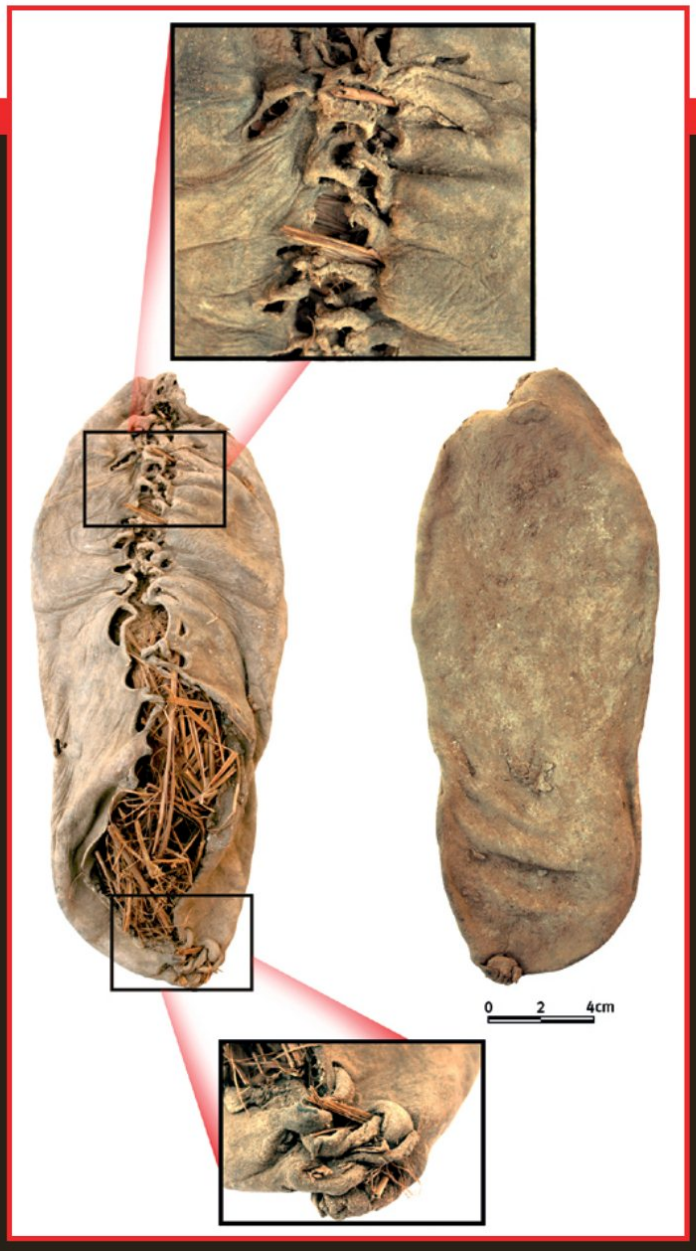
BASTA VOCÊ ME CALÇAR • Esse é um pedacinho da letra do sucesso *Sapato velho*, do grupo Roupa Nova – por sinal, excelentes músicos. A imagem ao lado mostra o pé de um sapato que não só é velho, mas também o mais antigo conhecido até agora. Com cerca de 5,5 mil anos, é do período calcolítico. Foi descoberto em escavação arqueológica na Armênia, perto da fronteira do Irã e da Turquia.

Os detalhes acima e abaixo da imagem estão ampliados duas vezes. Não se sabe se pertenceu a homem ou mulher. Em termos modernos, seria o equivalente a 37. A peça tem cerca de 10 cm de largura e 25 de comprimento.

No interior do calçado, há grama. Os pesquisadores não sabem se isso era para manter o pé aquecido ou para dar forma ao calçado, que é feito de uma única peça de couro de vaca. O cadarço, que também fecha a parte anterior da peça, é também de couro.

O estilo do sapato, segundo Ron Pinhasi, líder da equipe internacional e pesquisador da Universidade College Cork (Irlanda), é semelhante ao usado no oeste da Irlanda até 1950. Suspeita-se que o modelo tenha sido padrão por milhares de anos na Europa.

O artigo pode ser baixado gratuitamente da revista *PLoS ONE* (09/06/10). Reportagem (em inglês) em que se vê réplica do calçado: http://www.youtube.com/uccireland#p/a/u/1/X8wEQEaY4ME . Uma reportagem de fôlego pode ser vista no sítio da *Ciência Hoje*: http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/06/tamanho-35-couro-bovino-5.500-anos .



MEDICINA

CONTRA A ALERGIA SEVERA

Na membrana de células do sistema imune humano repousa a mais nova esperança contra a alergia, daquela mais severa, que pode até matar.

Uma pessoa alérgica, ao entrar em contato com o veneno de um inseto ou com certas substâncias, pode sofrer o chamado choque anafilático, um tipo de alergia severa. Às vezes, segundos depois do contato com o alérgeno (ou seja, aquilo que causa a alergia), o indivíduo pode morrer, caso não receba cuidados médicos.

O mecanismo da alergia é o seguinte: o alérgeno se junta a substância (IgE) fabricada pelo corpo, e esse binômio ativa células do sistema imune, os mastócitos. Estes, por sua vez, passam aliberar histamina, substância que está por trás do inchaço, da irritação e da coceira na pele ou de reações mais drásticas e fatais – daí o alérgico, em crise, tomar anti-histamínicos.

Agora, a equipe de Akira Shibuya, da Universidade de Tsukuba (Japão), descobriu que uma proteína denominada alergina-1, presente na membrana dos mastócitos, tem a capacidade de blo-

quear o processo que leva ao derrame de histamina no organismo.

Para mostrar que a alergina-1 tem papel importante no impedimento de crises severas de alergia, a equipe estudou camundongos modificados geneticamente para não produzir essa proteína. Esses animais sofreram choques anafiláticos mais severos que os animais não modificados.

Humanos também produzem alergina-1. O próximo passo agora é entender como ativar essa proteína para que ela proteja contra crises severas de alergia.

Nature Immunology*, 06/06/10 *on-line

SXC

BIOQUÍMICA

ARDE E EMAGRECE... MAS POR QUÊ?

Mexicanos – e, por aqui, os baianos – sabem bem dos benefícios da pimenta: além de fazer a pessoa comer menos, essa especiaria baixa o nível de gordura no sangue e, melhor, combate a gordura. Isso os estudos vêm mostrando. Mas como a pimenta faz isso?

A resposta a esse mistério parece ter sido respondida agora por pesquisadores da Universidade Daegu (Coreia do Sul). No experimento, a equipe separou ratos em dois grupos. Ambos receberam alimentos calóricos. Mas, para um deles, foi acrescentada capsaicina, a molécula responsável pela ardência.

Os roedores que ingeriram a capsaicina perderam 8% de peso corporal e tiveram alteradas, pelo menos, 20 proteínas presentes no tecido adiposo (gordura). O outro grupo engordou. Segundo os autores, essas proteínas alteradas foram as responsáveis por 'quebrar' as moléculas de gordura.

Para Jong Won Yun, líder da equipe, os resultados explicam – pelo menos, em parte – como age a capsaicina e podem levar a novos tratamentos contra a obesidade.

Journal of Proteome Research, v. 9, n. 6, pp. 2.977-2.987, 2010

NEUROCIÊNCIA

COLESTEROL NA CABEÇA

Um daqueles resultados inusitados: estudo mostra que os níveis do bom colesterol no sangue podem ser regulados pelo cérebro.

É importante entender como o organismo regula o colesterol no sangue. Primeiro: esse tipo de gordura é essencial para o corpo, mas, em excesso, sua forma 'vilã', a LDL, pode causar o espessamento das paredes das artérias (aterosclerose), causa da maioria dos ataques cardíacos em países industrializados. Mas, na versão HDL, evita esse problema. Até aqui, conhecimento consumado e amplamente aceito.

O que não se sabia era que o cérebro pode regular os níveis de colesterol bom no sangue. E a descoberta se deu mais ou menos assim: a equipe de Matthias Tschöp, da Universidade de Cincinnati (Estados Unidos), percebeu que níveis elevados do hormônio da 'fome' (grelina) não só faziam os camundongos comerem mais, mas também aumentavam os níveis de HDL no sangue. Produzida principalmente no cérebro, a grelina estimula o apetite e inibe a MC4R, proteína cerebral essencial na regulação do gasto calórico do organismo.

A equipe de Tschöp observou que o bloqueio da MC4R faz subir os níveis de HDL. Comprovou isso com roedores modificados geneticamente para não produzir essa proteína. O resultado foi que o fígado desses animais diminuiu a quantidade absorvida de HDL, aumentando a quantidade dessa boa gordura na circulação.

A quantidade de colesterol no organismo depende de balanço sutil entre o que se come, aquilo que é sintetizado e secretado pelo fígado e o metabolismo dessa gordura em vários tecidos. Agora, o experimento do grupo norte-americano mostra que o cérebro também é um importante regulador dessa substância.

Os resultados podem levar a novos métodos e medicamentos para controlar os níveis de colesterol bom na corrente sanguínea. Só um problema: o metabolismo do colesterol em camundongos é (bem) diferente daquele nos humanos.

Nature Neuroscience, 06/06/10 *on-line*

NASA, ESA, D. MERRITT (ROCHESTER INSTITUTE OF TECHNOLOGY), M. MILOSAVLJEVIC (CALTECH), M. FAVATA (CORNELL), S.A. HUGHES (MIT), AND D.E. HOLZ (UNIV. OF CHICAGO)

FÍSICA

CHOQUE DE BURACOS NEGROS

Equipe de pesquisadores alemães – com a participação de um brasileiro – acaba de apresentar proposta para explicar um mistério que envolve a colisão de dois buracos negros.

Buracos negros são corpos espaciais conhecidos por sugar luz e matéria com voracidade. São os 'ralos' do cosmo. Quando dois buracos negros – vamos imaginá-los com massas bem diferentes – se aproximam, eles começam a rodopiar um em volta do outro. Essa dança em espiral vai os aproximando e, ao fim, os corpos se chocam e se fundem.

Nasce, assim, um novo buraco negro, maior.

Para simplificar o problema – como fizeram os pesquisadores do Instituto Max Planck de Física Gravitacional –, podemos imaginar que a trombada se dá de frente. Nesse caso, a tendência é que o novo buraco negro prossiga na direção daquele que tinha a massa maior – como ocorreria na trombada de frente de um fusca e caminhão: o automóvel é arrastado na direção original do veículo mais pesado.

Até aí, física convencional. O problema é que, em alguns casos, nota-se que o buraco negro recém-formado sofre uma desaceleração significativa – esse fenômeno é denominado *anti-kick* (algo como antirrecuo ou anticoice). E isso vem sendo um mistério desde então.

Por que o novo e mais massivo buraco negro desaceleraria depois do choque?

A explicação da equipe de instituto alemão – à qual pertence o físico brasileiro Rodrigo Panosso Macedo – é que o buraco negro recém-formado lançaria mais ondas gravitacionais na direção do movimento. E essas ondas – podemos imaginá-las como ondas sonoras – agiriam como um tipo de retrofoguete, diminuindo a velocidade daquela massa gigantesca.

Por que privilegiar uma direção?

Isso se dá porque o novo buraco negro tem agora uma 'saliência' formada pelo buraco negro de menor massa. E isso causa uma assimetria na emissão de ondas gravitacionais. Estas são emitidas naquela direção até que o novo buraco negro volte à uniformidade.

Para chegar a essa conclusão, os autores fizeram concessões e simplificações. Por exemplo, deixaram de lado a 'dança espiral', para imaginar o choque como o de duas bolas de bilhar. Os resultados foram obtidos com uma simulação computacional e, segundo os autores, podem ser generalizados para todos os tipos de bu-racos negros, mesmo para choques mais complicados.

***Physical Review Letters*, v. 104, p. 221.101, 2010**

SINTONIA FINA

Os bons ventos que sopram por estas terras em ciência e tecnologia (C&T) estão, aos poucos, ressoando lá fora. Desta vez, a área ganhou destaque em dois periódicos de prestígio: *Nature* (10/06) e *Nature Materials* (edição de julho). A primeira matéria relata o clima de animação da comunidade de pesquisadores na recente 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I). Números justificam o entusiasmo: i) os fundos públicos e privados para a C&T passaram de R$ 21,4 bilhões, em 2003, para 43,1 bilhões, em 2008 (de 1,26% para 1,43% do PIB); ii) no mesmo período, publicações em revistas científicas foram de 14 mil para 30 mil (o Brasil representa 43% das publicações com revisão por pares da América Latina); iii) o Brasil gasta mais por pesquisador (hoje, cerca de 100 mil deles ativos) que a Rússia ou a China (dados do Ministério da Ciência e Tecnologia); iv) espera-se que, em 10 anos, o percentual do PIB aplicado em C&T suba para 2%. O maior desafio: aumentar o número de pesquisas que resultem em patentes, "que são cruciais para revigorar a economia e melhorar a qualidade de vida dos 193 milhões de habitantes" – ou seja, o 'I', do C,T&I, não é ainda parte do cardápio cultural do pesquisador brasileiro. Na *Nature Materials*, editorial diz que grandes investimentos em pesquisa e educação têm dado as condições para o país atingir a excelência em ciência. Há também comentário de quatro pesquisadores brasileiros (Ado Jorio, Francisco César de Sá Barreto, José Francisco de Sampaio e Hélio Chacham) em que algo de história e números comparativos são apresentados, com foco na ciência de materiais. Para fechar o 'especial Brasil', há a entrevista com o ministro de C&T, Sergio Rezende. Nela, ele conta sua trajetória como físico e gestor, relembrando parte dos números citados acima. Na última resposta, Rezende diz que não irá "definitivamente" ficar como ministro, independentemente de quem for eleito para presidente. Segundo ele, a renovação de conceitos, ideias e práticas é benéfica para o sistema de C&T. Em tempo: O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos teve a feliz ideia de lançar *25 anos de MCT: raízes históricas da criação de um ministério*, de Antonio Augusto Passos Videira, colaborador desta revista. O livro, além de bonito, é aula indispensável sobre a história da ciência do Brasil. Não perca. Baixe gratuitamente aqui: www.cgee.org.br.

BIOQUÍMICA

NÃO TESTADO EM ANIMAIS

Este colunista se lembra da campanha lançada pelo casal McCartney (Linda, 1941-1998, e Paul) contra o uso de animais em testes de medicamentos e cosméticos. As imagens mostradas eram realmente chocantes, típicas do desrespeito – principalmente, na indústria farmacêutica – pelos bichos. Agora, surge um teste simples, barato e rápido para analisar o potencial alérgico na pele de novos produtos.

Hoje, até por pressão da sociedade, a situação é outra. Há protocolos que devem ser seguidos, e o sofrimento dos animais – se existente – deve ser extremamente minimizado. Muitos testes hoje são substituídos por simulação computacional. Outros, porém, ainda não.

Por exemplo, testes químicos dispensam o uso de animais em problemas ligados à alergia de sabões, xampus, pomadas, cremes etc. Um deles emprega a glutationa. A ideia geral é que essa molécula imite as proteínas da pele, 'grudando-se' ao produto que será testado – na situação real, essa união leva a reação que pode causar vermelhidão, irritação, coceira etc. Mas especialistas dizem que a glutationa e outros similares têm limitações: não refletem a rápida sensibilização que a pele por vezes sofre na situação real.

A novidade vem de pesquisadores do Instituto Nacional para a Saúde e a Segurança Ocupacional (Estados Unidos). A equipe de Itai Chipinda apresenta agora outra substância (igualmente de nome complicado): nitrobenzenetiol. Segundo os autores, essa molécula deu resultado positivo para 20 substâncias reconhecidamente alergênicas – e negativo para as que não causam alergia. Melhor: a reação é muito rápida.

Segundo Chipinda, a nova molécula tem grande potencial para ser usada nos testes preliminares para acusar substâncias que causam alergia na pele.

Em tempo 1: há ainda grupos – alguns com táticas terroristas, principalmente no continente europeu – que pregam o total banimento do uso de animais na experimentação científica. Mas essa prática é essencial a algumas áreas, que, sem ela, se tornariam inviáveis. A receita é ética extrema – e alguma compaixão também não faz mal. Em tempo 2: leia na *CH on-line* 'Engajamento no laboratório', sobre a campanha publicitária recém-lançada pelo governo brasileiro para conscientizar a população sobre a importância do uso de animais na experimentação (http://cienciahoje.uol.com.br noticias/2010/06/engajamento-pela-experimentacao-animal).

Chemical Research in Toxicology, v. 23, n. 5, pp. 918-925, 2010

MARK BOWLER/PHOTORESEARCHERS/LATINSTOCK

EXTRA! EXTRA!

ENGENHARIA GENÉTICA

ARMA TRIPLA CONTRA O HIV

Acaba de ser aprovada a primeira fase de tratamento que promete eliminar ou agir em conjunto com o coquetel de medicamentos contra a Aids. A técnica cria 'escudo' contra o vírus nas células do paciente soropositivo.

Até o momento, quatro pacientes se submeteram ao novo método, que basicamente consiste em injetar neles células-tronco, que têm a capacidade de se transformar em praticamente todos os tecidos do organismo.

Em parte das células injetadas, havia três 'armas genéticas' inseridas nelas por meio de lentivírus (vírus 'lentos', com longos períodos de incubação, associados a doenças neurológicas ou às que debilitam o sistema imune). Uma das características dessas entidades é que podem se replicar em células sem que essas se dividam.

Os lentivírus carregavam em seu material genético (no caso, RNA) as 'instruções' (genes) que alteraram o comportamento das células-tronco e tornaram estas últimas resistentes ao HIV. Os genes alienígenas forçaram a célula-hospedeira a fabricar três novas proteínas que a protegem da infecção, ou seja, evitam que o vírus da Aids penetre nela. Mas, se isso ocorrer, o invasor terá ainda que enfrentar duas outras armas que basicamente impedem que ele se replique na célula hospedeira.

A ideia é que, no organismo, essas células-tronco se repliquem e continuem dotadas dessa resistência.

Os quatro pacientes não ficaram curados, nem tiveram a carga de vírus no sangue diminuída, pois, segundo os autores, a quantidade de células injetadas neles foi propositalmente baixa. No entanto, a boa notícia é que os pacientes reagiram bem ao tratamento, e as três proteínas foram observadas até dois anos mais tarde.

MEDICINA

EXPOSIÇÃO DA MÃE, CÂNCER NOS FILHOS

Guarde na memória essas duas siglas, seguidas de nomes difíceis de pronunciar: BPA (bisfenol-A) e DES (dietilestilbestrol). Se ingeridas pela mãe, essas duas substâncias podem aumentar as chances de os filhos terem câncer de mama.

Essas duas moléculas têm a capacidade de interferir e alterar o sistema hormonal do organismo. Consequências: problemas no desenvolvimento, no sistema reprodutivo e neurológico, para ficar no plano geral dos malefícios.

Agora, pesquisadores da Universidade Yale (Estados Unidos) mostraram que filhotes de camundongo cujas mães receberam BPA ou DES na gravidez apresentaram maior probabilidade de desenvolver câncer de mama – tanto machos quanto fêmeas. Isso foi constatado ao se observarem nos filhotes altos níveis, nas glândulas mamárias, da proteína EZH2, ligada à incidência desse tipo de câncer.

A mesma equipe já havia mostrado que essas substâncias tinham efeito deletério de longo prazo também no útero.

Órgãos reguladores de vários países estão lançando alertas sobre os níveis de exposição tanto ao BFA quanto ao DES. O primeiro está presente em certos plásticos e vernizes, e basta uma busca pela sigla na internet para que se encontrem as malvadezas da substância, sendo que, em vários países, bem como em estados norte-americanos, está proibida. O DES, com aplicações médicas, também tem a ficha suja: está listado como carcinogênico e causador de má-formação em fetos.

Hormones and Cancer, 15/05/10 *on-line*

Caso esse tratamento siga dando bons resultados, ele pode ser empregado em combinação com o chamado coquetel tríplice, hoje amplamente usado. Ou, talvez, até venha a substituir esse conjunto de medicamentos.

No comentário de um especialista, o desdobramento mais importante do trabalho é que ele mostrou que é possível modificar as células-tronco para que combatam o HIV e que essas alterações passam para as linhagens posteriores dessas células.

Ano passado, por exemplo, pesquisadores alemães alegaram ter curado pacientes que tinham Aids e leucemia com técnica semelhante. A ideia para a terapia veio do fato de pacientes soropositivos receberem as próprias células-tronco (previamente estocadas) para evitar que desenvolvam linfomas (câncer dos gânglios linfáticos).

Science Translational Medicine, 16/06/10

MARS500

SINTONIA FINA

Em nome de uma futura missão a Marte, seis voluntários estão trancados, desde o início de junho último, em um ambiente de 550 m³ (algo como o volume de um apartamento de 150 m²). É nessa cápsula, com cinco tubos, sem janelas, que permanecerão 520 dias. Os voluntários – médicos, engenheiros e astronautas – são homens, entre 27 e 38 anos, três russos, um chinês, um italiano e um francês. Uma viagem ao planeta vermelho duraria, estima-se, 490 dias de ida e volta. Some-se a isso mais 30 dias de estada na superfície árida, rochosa e inóspita. O dia a dia dos voluntários do projeto Mars500 é dividido em três períodos de oito horas: sono, trabalho e lazer. Três deles ficarão um mês em um módulo especial, para simular a sonda de aterrissagem, e parte do tempo farão tarefas em um compartimento que lembra o ambiente marciano. A ideia é testar os efeitos psicológicos e fisiológicos da viagem – no entanto, a gravidade zero não está incluída no teste. A comida deverá ser racionada para durar até o fim da 'viagem'. O cardápio inclui cereais, pão e panquecas para o café da manhã, bem como carnes e massas para as refeições principais. A iniciativa é da Agência Espacial Europeia e do Instituto de Assuntos Biomédicos (Rússia). É neste último, na periferia de Moscou, que fica a cápsula. A única comunicação com o exterior será por correio eletrônico – mas este levará 40 minutos para chegar ao destinatário. Missões tripuladas ao planeta vermelho estão previstas para daqui a 30 anos, e a tecnologia para tal proeza ainda não existe. O projeto Mars500 está sendo chamado Big Brother, mas os organizadores dizem que ele é científico – além do mais, não há câmeras na cápsula. Mais informações (em inglês): www.esa.int/esaMI/Mars500/index.html .

QUÍMICA

CÂNCER E PRODUTOS DE LIMPEZA?

Ao tomar banho, lavar louça ou arrancar a gordura da pia e do fogão, talvez você, leitor, esteja contribuindo para aumentar os níveis, na água potável, de uma substância suspeita de ser cancerígena. E a precursora dessa molécula pode estar nos xampus, detergentes, amaciantes de roupa, entre outros produtos de limpeza.

Já se sabia que a molécula NDMA – a vilã da hora – e outras semelhantes, classificadas como nitrosaminas, estão presentes em reservatórios de água abastecidos por plantas de tratamento de esgoto. As nitrosaminas são encontradas em carnes defumadas e na fumaça de cigarro, por exemplo. Mas sua origem na água, na forma de NDMA, tem sido desconhecida. Há evidências de que substâncias que contenham nitrogênio (no caso, as aminas quaternárias), presentes, por exemplo, em cosméticos, tenham a ver com a formação do NDMA.

Agora, pesquisadores da Universidade Yale (Estados Unidos) mostraram que vários produtos de limpeza podem levar à formação – ainda que em pequenas quantidades – de NDMA, cujas moléculas acabam em reservatórios de água potável. Os autores sugerem que, por mais sistemático que seja o tratamento da água potável, algum NDMA acaba permanecendo, porque as aminas quaternárias são amplamente usadas pela indústria, por exemplo.

O NDMA causa câncer no fígado de ratos, mesmo em pequenas doses. Seus efeitos tóxicos como carcinogênico em humanos não são bem estabelecidos, mas inferidos de experimentos com animais de laboratório.

Environmental Science & Technology, v. 44, n. 4, pp. 1.224-1.231, 2010

LEIA NA CH ON-LINE

ECOLOGIA › Crescimento monitorado › Grupo desenvolve método capaz de reconstituir em três dimensões o desenvolvimento de uma planta célula a célula.
http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/crescimento-monitorado/view

BIOLOGIA › Nadando contra a maré › Um estudo mostrou que características do fluido em que os espermatozoides se locomovem determinam seu sucesso na corrida rumo ao óvulo. As conclusões colocam em xeque os resultados dos testes de diagnóstico de fertilidade masculina.
http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/06/nadando-contra-a-mare

ECOLOGIA › Amazônia em cinzas › Manter a floresta de pé é mais difícil do que se imaginava: estudo mostra que a ocorrência de queimadas tem aumentado nas mesmas regiões em que o desmatamento está em declínio.
http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/06/amazonia-em-cinzas

ECOLOGIA › O que resta da mata atlântica › A atualização do *Atlas da Mata Atlântica* mostra que o desmatamento se agrava em estados como MG e RS. Enquanto isso, pesquisadores anunciam que a fragmentação da floresta pode reduzir a biodiversidade e alterar a lógica ambiental do bioma. Afinal, o que será desse bioma?
http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/05/o-que-resta-da-mata-atlantica

E MUITO MAIS EM www.cienciahoje.org.br

Cássio Leite Vieira
Ciência Hoje/RJ

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

Viva a carne!

Franklin Rumjanek

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

Se você está lendo este texto, certamente está usando a mais importante região do cérebro. Mais importante não por conta do conteúdo, mas porque a compreensão da linguagem escrita e falada é de grande complexidade e envolve boa parte do córtex cerebral. Só para começar, você lança mão da área envolvida no processamento inicial da linguagem, que permite a interpretação das palavras contidas em um texto. Os símbolos ali presentes, que são recebidos por meio da visão, precisam ser decodificados, ou seja, o cérebro tem que atribuir a eles um significado. Se as palavras fossem ouvidas, em vez de lidas, o processamento seria diferente.

Depois entra em jogo uma área que dá nome aos objetos, principalmente no caso da entrada sonora. Mais adiante, se você quiser responder ao estímulo auditivo, ou seja, se quiser dialogar, utilizará a área de Broca, encarregada de organizar as palavras que você proferirá. Para isso, terá que recorrer à memória. Buscando no seu 'banco de dados' o significado de cada palavra, você as encaixará então em uma linha de pensamento lógico, usando também as regras gramaticais de sua língua. Na verdade, não é necessário aconselhar ninguém a pensar antes de falar, pois isso sempre acontece. Finalmente, para expressar as palavras individualmente, ou articulá-las, seu cérebro coordenará as ações de órgãos como boca, língua, laringe, cordas vocais e aparelho respiratório.

Essa breve descrição mostra que atos que encaramos como absolutamente triviais – ler e conversar – são na verdade o resultado do estímulo e da integração de muitos centros cerebrais e motores, e refletem a característica que verdadeiramente nos distingue dos demais primatas. Essa íntima associação do intelecto com a palavra já havia sido decantada por gregos e romanos, na era clássica, que alçaram a oratória ao nível de ciência. Foram os gregos que inventaram a retórica, que em síntese ensina como proferir um discurso, ou como conduzir um debate com a finalidade de, segundo declarava o filósofo Aristóteles, persuadir seu(s) interlocutor(es).

A comunicação oral e escrita, porém, só se desenvolveu nos humanos por causa da encefalização bastante acentuada ocorrida nessa espécie. Um órgão como o cérebro humano, no entanto, é custoso em termos de manutenção, e sua evolução certamente exigiu um grande aporte de energia. Quando se fala em energia, fala-se em alimento. Assim, pode-se dizer que a mudança da alimentação vegetariana para carnívora, pela qual passaram nossos antepassados pré-históricos (em uma das versões da evolução humana propostas pelos antropólogos), teve um papel indireto, mas fundamental, no desenvolvimento da linguagem. Para que se tenha uma ideia mais precisa dessa demanda energética, um cérebro consome em média 120 g de glicose diariamente e isso corresponde a 60% da utilização do açúcar de todo o corpo.

Mas não foi apenas a encefalização que permitiu o surgimento da linguagem. A anatomia também foi determinante. Por exemplo, os primatas mais próximos de nossa espécie, os chimpanzés, também carnívoros, não falam porque sua anatomia – em especial a língua e a posição da laringe – não o permite. Os chimpanzés são capazes de aprender linguagem de sinais, embora não se saiba ainda se podem adquirir noções de sintaxe. Assim, podemos afirmar sem muito medo de errar que somente os humanos conseguiram inventar a linguagem completa, com símbolos sonoros e gráficos, e usá-la como importante ferramenta evolutiva.

A comunicação oral e escrita só se desenvolveu nos humanos por causa da encefalização bastante acentuada ocorrida nessa espécie

Quando isso aconteceu? Os especialistas no assunto acreditam que talvez nem o *Homo neanderthalensis*, que se extinguiu há cerca de 40 mil anos, era capaz de falar como o *Homo sapiens*, o que coloca o advento da linguagem em torno de cerca de 100 mil anos ou menos. Se quisermos outro exemplo do alcance da dieta carnívora no âmbito da elocução, podemos citar o psicólogo evolucionista norte-americano Geoffrey Miller. Endossando a seleção sexual de Darwin, ele acredita que nossas mentes evoluíram principalmente para atrair e entreter nossos(as) parceiros(as) sexuais. Em resumo, como dizem por aí, de uma boa cantada ninguém escapa. ■

Agricultura intensiva e erosão acelerada

A erosão acelerada remove camadas de solos em velocidades muito maiores que as taxas naturais com que estes se renovam. Se a paisagem resulta da interação dinâmica do clima com os processos e materiais geológicos, o conjunto 'intemperismo mais erosão' é seu mecanismo de evolução. No Brasil, critica-se o desflorestamento porque ele não vê limites e incessantemente transforma áreas de vegetação natural em cultivos agrícolas e pastagens. Nos extensos domínios das monoculturas, pratica-se o modo mais irracional possível de lidar com o ambiente: a destruição de solos cultiváveis. Para dar sustentabilidade aos solos agrícolas é preciso adotar técnicas e práticas conservacionistas, cada vez mais necessárias no modelo atual de agricultura intensiva.

Gleise Regina Bertolazi dos Santos
Programa de Pós-graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas
Celso Dal Ré Carneiro
Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

Antes de chegar à mecanização atual, a agricultura brasileira baseava-se na ocupação de vastas áreas, devido a fatores naturais e, sobretudo, socioeconômicos. A pressão do aumento populacional, os avanços científico-tecnológicos e a expansão da indústria de máquinas e implementos modernizaram a atividade rural e tornaram o país respeitável plataforma do agronegócio mundial. A agropecuária tem aqui condições singulares para se desenvolver: clima privilegiado, solo fértil, água disponível e inigualável biodiversidade, além de mão de obra. O uso intensivo do solo, no entanto, pode comprometer a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, além de trazer riscos para o ambiente natural.

FOTO DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

A agricultura intensiva

O Brasil emprega cerca de 17,7 milhões de trabalhadores no campo e é, no mundo atual, um dos líderes na produção e exportação de vários produtos agropecuários, como café, açúcar, álcool e sucos de frutas. Lidera vendas de soja, carne bovina, carne de frango, tabaco e couro, sendo o principal polo mundial de produção de biocombustíveis a partir de cana-de-açúcar e óleos vegetais. Destacam-se ainda, no agronegócio brasileiro, produtos como milho, arroz, frutas frescas, cacau, castanhas, nozes, suínos e pescados.

Favorecida pela natureza e pela relação favorável entre solo e clima, a agricultura brasileira produz até duas safras anuais de grãos. A localização do país na faixa tropical e subtropical traz

condições climáticas benéficas, que influenciam o aumento de áreas agricultáveis e favorecem safras recordes. Para fortalecer as 'vantagens competitivas', o governo federal procura modernizar a política agrícola.

Dentro desse quadro, é oportuno repensar certas práticas incorretas de cultivo que causam perda de solos, como se verifica pela comparação da agricultura praticada no Brasil no século 19 e na atualidade (figura 1). A erosão pela água das chuvas promove no Brasil gigantescas perdas de solos em lavouras e pastagens: nos anos 1990 foram estimadas em cerca de 15 toneladas por hectare (t/ha) anuais em lavouras e cerca de 0,4 t/ha anual em pastagens, exigindo aplicação de fertilizantes químicos para recuperação nutricional de solos atingidos por erosão acelerada. O Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) calculou, em 2002, com base nas médias por hectare e na área ocupada pela agropecuária no país, perdas anuais de 751,6 milhões de toneladas de solos em lavouras e de 71,1 milhões de toneladas em pastagens. Pode-se dizer que as quantidades atuais de perdas de solos devem ser ainda maiores, porque em 2009 o mesmo órgão recalculou as áreas de produção em 550 milhões de ha na agricultura e 220 milhões de ha na pecuária.

Erosão acelerada

As rochas modificam-se, em climas tropicais, principalmente pela ação da água que se infiltra no subsolo. Para entender a erosão acelerada, reunimos no conceito de 'denudação' os processos de intemperismo e de erosão. O intemperismo 'prepara' as rochas, ou seja, as degrada e decompõe, o que possibilita que sejam removidas pela erosão. Desse trabalho lento resultam os diferentes solos encontrados no planeta. Já a erosão é a remoção e o transporte dos sedimentos (materiais superficiais e partículas) na superfície da Terra, pela força da gravidade ou por vento, água das chuvas, rios, geleiras ou mares.

Se a paisagem é fruto da interação dinâmica do clima e de processos e materiais geológicos, a denudação é seu mecanismo evolutivo natural. Existem três tipos básicos de erosão. A erosão laminar afeta camadas finas e uniformes do solo, como um arrastamento imperceptível de frações de terra. A erosão em sulcos é perceptível quando a água das chuvas escoa sobre o solo desnudo, em especial em terrenos com declives: as enxurradas seguem caminhos preferenciais e formam valetas ou sulcos. Em fases avançadas podem surgir boçorocas (também chamadas de bossorocas ou voçorocas), que são grandes valas formadas pelo

FOTO DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

Figura 1. No século 19, no vale do rio Paraíba do Sul, em São Paulo, a cultura de café (A) não usava as técnicas de terraceamento e de curvas de nível (como mostra a tela, de autor desconhecido). Hoje, essas técnicas (B) ajudam no manejo conservacionista dos solos

fluxo concentrado de águas infiltradas, sobretudo em terrenos arenosos, mais suscetíveis. Boçorocas de grande porte são de difícil recuperação (figura 2).

Como a velocidade natural de formação de novas camadas de solo é muito menor que as taxas de remoção erosiva, a erosão acelerada é uma das principais causas da perda de solos. Esse processo pode ocorrer em áreas naturais ou, o que é mais comum, em áreas alteradas por ações humanas: lavouras inadaptadas às características do solo ou plantadas incorretamente, queimadas, desmatamento, mineração, compactação do solo devido a mau uso de máquinas, ocupação irregular de morros e pisoteio excessivo do gado. A erosão acelerada pode ter efeitos relevantes sobre a fauna e a flora (ver 'Sedimentos reduzem diversidade', em *CH* nº 262) e no êxodo rural, sem esquecer perda material de solos, queda na produtividade, assoreamento de cursos d'água, enchentes, contaminação de águas por agroquímicos, abertura de valas e desmoronamento de encostas e taludes.

Mecanização agrícola

A ênfase em modernizar o setor agroindustrial levou a tecnologias agrícolas baseadas em mecanização pesada intensiva. Devido a certos processos mecânicos e químicos de manejo, as tecnologias atuam como agentes importantes de degradação do solo.

No início da expansão da agricultura mecanizada, as práticas de preparo do solo incluíam, após a colheita, a queima dos resíduos, que decompõe a matéria orgânica, seguida do uso intensivo de grades de disco, que intensifica a desagregação do solo. Abaixo da parte desagregada pode ocorrer compactação do solo, restringindo o desenvolvimento de raízes, reduzindo a capacidade de infiltração de água e facilitando a erosão laminar, mesmo em terras de grande aptidão agrícola.

A mecanização agrícola inadequada intensifica – assim como o desmatamento – a erosão hídrica, o assoreamento, a poluição dos cursos d'água e o risco de inundação em terras baixas. Além da perda de solos, a erosão causa perdas de sementes, adubos e defensivos, trazendo custos adicionais aos agricultores e afetando a qualidade do ambiente.

Manejo convencional

O desenvolvimento econômico e social sustentável requer a preservação de recursos naturais renováveis, como solos, florestas, fauna silvestre e água. Para preservar o solo é preciso combater a erosão e melhorar a utilização da terra em lavouras e pastagens. Se houver conhecimentos adequados, meios materiais e vontade, os produtores agrícolas podem preservar solos e dar longevidade aos empreendimentos.

Após a colheita da safra anterior, é feito o preparo do solo para o plantio. O preparo visa arejar o solo, por meio de operações rústicas de descompactação superficial. Isso ajuda a incorporar corretivos e fertilizantes e a remover resíduos e plantas daninhas. O processo envolve a limpeza da área, a desagregação da camada superficial com arados ou grades pesadas e, em seguida, a adubação (figura 3).

A prática convencional, ao longo de anos sucessivos, gera vários problemas, como formação de crostas superficiais, adensamento e/ou compactação abaixo da superfície e deficiências no arejamento e na penetração, movimentação e armazenamento de água no solo. Além disso, pode causar elevação ou ampla oscilação da temperatura em curtos períodos, acidificação do solo e elevação do teor de alumínio livre, fatores que, somados ao baixo nível de matéria orgânica, reduzem a atividade biológica, importante em solos saudáveis. Para as culturas agrícolas, a soma desses problemas implica menor aproveitamento dos nutrientes e menor desenvolvimento do sistema de raízes.

Práticas conservacionistas

As práticas (ou técnicas) de manejo que promovem conservação de solos controlam a erosão porque evitam enxurradas e desgaste físico, químico e biológico do solo. Essas práticas são classificadas em edáficas, mecânicas e vegetativas.

As práticas edáficas afetam diretamente o solo e envolvem alterações no sistema de cultivo. Além de controlar a erosão, melhorando propriedades estruturais do solo, mantêm ou aumentam a fertilidade, pela reposição de elementos nutritivos e de matéria orgânica. Entre essas práticas estão o ajustamento à capacidade de uso do solo, a adubação alternativa aos fertilizantes químicos e o arejamento do solo.

O ajustamento deve ser feito porque todo solo tem um limite máximo de uso. Além desse limite, a exploração traz risco de erosão. Assim, culturas certas devem estar nos lugares certos: terrenos com declive muito acentuado só podem ser usados para pastagens ou reflorestamento, enquanto solos profundos, de maior permeabilidade e com declive suave, apresentam menor risco de erosão, permitindo vários usos. O planejamento de uso do solo em cada região deve ser feito em conjunto por técnicos de diversas especialidades.

Existem três métodos principais de adubação alternativa. A adubação orgânica usa qualquer resíduo de origem animal, vegetal, urbano ou industrial – esterco de curral ou de galinha, estrume, folhas, galhos, frutas estragadas, palha de grama ou de mato, torta de mamona ou composto de lixo orgânico doméstico – que tenha elevado teor de componentes orgânicos. Esse método melhora as propriedades do solo, aumenta a atividade microbiana e fornece às plantas nitrogênio, potássio, enxofre, fósforo e micronutrientes. Já a adubação inorgânica é feita com sais minerais retirados do solo e de rochas ou produzidos em indústrias. Os sais devem conter elementos como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, e ser aplicados na quantidade correta, definida a partir de análise prévia do solo, para fornecer nutrientes às plantas ou corrigir condições impróprias (a acidez do solo, por exemplo, é combatida com a adição de calcário dolomítico moído). Finalmente, a adubação verde é a incorporação ao solo de plantas cultivadas para isso. Antes que se tornem adultas, tais plantas – em especial leguminosas, capazes de obter nitrogênio diretamente do ar, o que enriquece o solo – são cortadas e deixadas no chão para apodrecer. Alfafa, aveia branca, aveia preta, feijão-guando, feijão-de-porco, milheto, mucuna-preta, mucuna-anã, tremoço, soja e outras espécies são utilizadas nesse tipo de adubação.

O arejamento consiste na aração do terreno, antes do plantio. Esse processo aumenta a capacidade do solo de armazenar água e o amolece, facilitando o enraizamento das plantas cultivadas.

As práticas mecânicas recorrem a estruturas artificiais para quebrar a velocidade de escoamento das enxurradas e facilitar a infiltração de água no solo. A principal técnica, em terrenos inclinados, é o terraceamento, ou seja, a plantação em terraços, faixas planas como os degraus de uma escada. Outro método é o plantio que segue as curvas de nível (linhas que indicam intervalos de mesma altitude) do terreno (como na figura 1B), sendo relativamente eficiente no controle da erosão. Isoladamente, é aconselhado em terrenos de declividade inferior a 3% e em regiões de chuvas não muito intensas. Na técnica de plantio direto, o solo não é mexido e fica protegido com restos de culturas anteriores ou palha. Hoje, há máquinas apropriadas para plantio de culturas sobre a palha em qualquer tipo de propriedade.

As práticas vegetativas são as que utilizam outras plantas para defender o solo da erosão causada pelo impacto da chuva e por enxurradas. Na chamada cobertura morta, a superfície do solo é coberta por restos de culturas, palhas, capins etc., formando uma manta de material vegetal entre

FOTO MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

Figura 2. As boçorocas (também chamadas de voçorocas), grandes valas abertas por enxurradas em áreas agrícolas ou pastagens, levam a grandes perdas de solos e podem inviabilizar a reutilização do terreno

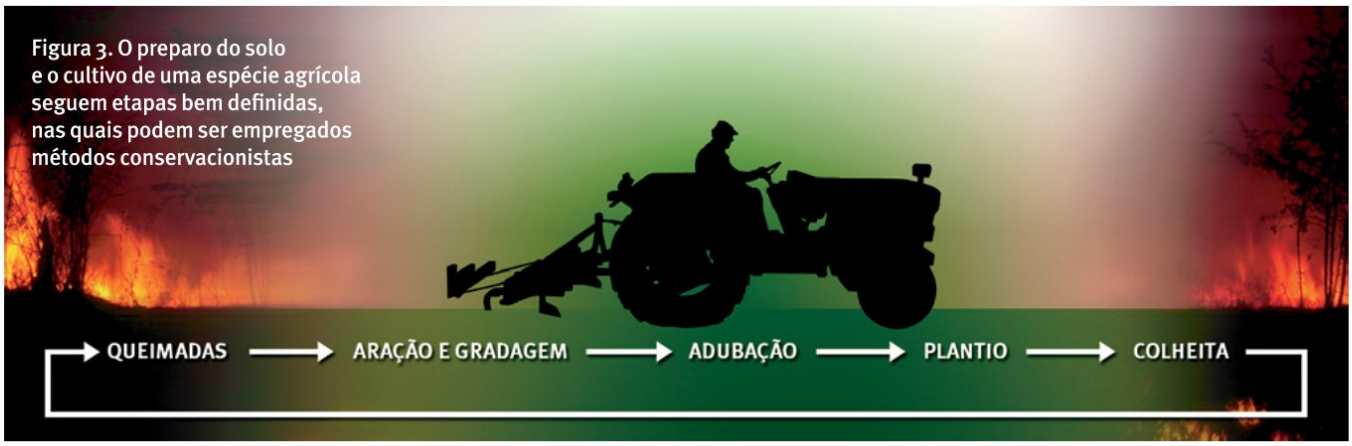


Figura 3. O preparo do solo e o cultivo de uma espécie agrícola seguem etapas bem definidas, nas quais podem ser empregados métodos conservacionistas

as fileiras de cultura. As espécies mais usadas são capim-gordura, capim-elefante e capim-guatemala. A cobertura também evita que elementos nutritivos solúveis sejam levados pela água que se desloca dentro da terra, além de proteger a matéria orgânica do solo da ação direta dos raios solares. Na alternância de capinas, deve-se retirar o mato que brota na plantação de tempos em tempos e em fileiras alternadas, de modo que sempre haja uma fileira com algum mato protegendo o solo da erosão. Também são usados cordões de vegetação permanente, ou seja, fileiras espaçadas de plantas perenes e de crescimento denso, que permitem outros cultivos nas áreas entre elas. As espécies mais usadas para isso são cana-de-açúcar, capim-gordura e erva-cidreira.

Outro método, o de culturas em faixas, consiste na disposição de diferentes lavouras em faixas de largura variável, de modo que a cada ano sejam alternadas, nessas faixas, plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso. É uma prática complexa, que combina rotação de culturas, plantas de cobertura e terraceamento. Também pode ser empregada a rotação e a consorciação de culturas. A primeira é a sucessão contínua de espécies agrícolas diferentes no mesmo terreno. Podem ser consorciadas uma cultura perene e uma anual, ou duas anuais, bastando nesse caso que uma delas seja leguminosa. É preciso respeitar, nos sistemas de rotação, as diferentes profundidades de solo que cada cultura exige e as características dos seus sistemas de raízes, além das respectivas necessidades de preparo do solo e exigências nutricionais.

Sustentabilidade natural

A evolução tecnológica na agricultura leva os agricultores, cada vez mais, a buscar conhecimentos sobre como aumentar a produtividade e obter mais lucros. A geologia nos revela que os solos representam valioso capital natural porque se formam de modo extremamente lento, mas sofrem erosão rapidamente. Ao adquirir máquinas, corretivos e fertilizantes químicos, os agricultores tornam-se cofinanciadores do complexo agroindustrial que hoje sustenta boa parte da balança comercial brasileira. A mecanização intensiva em áreas de monocultura no Brasil provoca perdas significativas de solos cultiváveis, o que exige mais insumos químicos para recuperação nutricional da terra. As práticas conservacionistas levam ao manejo equilibrado do solo em relação às condições climáticas e vegetativas das culturas e, a longo prazo, possibilitam dar sustentabilidade à agricultura. ■

Geologia e educação

Os autores dedicam-se a estudos em geologia e geociências. G. R. B. dos Santos, geógrafa e engenheira agrônoma, é professora de cursos técnicos em meio ambiente. C. D. R. Carneiro é geólogo e pesquisa o uso de recursos didáticos no ensino de geologia e na divulgação das geociências. Ambos publicaram ou participaram de livros e têm diversos trabalhos publicados em revistas científicas do Brasil e do exterior.

Sugestões para leitura

DIAMOND, J. *Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso*. Rio de Janeiro, Record, 2006.

MUZILLI, O. *Degradação e recuperação do solo sob uso agrícola: o caso do estado do Paraná*. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), 2005.

MEDEIROS, J. C.; CARVALHO, M. C. S. e FERREIRA, G. B. *Cultivo do algodão irrigado*. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2006 (disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado).

Na Internet

Página do Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Embrapa), com dados sobre perdas de solos (http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/doc113_perfil_agricola_brasil.pdf).

CIÊNCIA PATO

SEGUE FIRME E FORTE!

Desafiar aquilo que está estabelecido é ato costumeiro – e essencial – da ciência. Na prática, porém, há o desafio de separar especulações banais de ideias que – apesar de posteriormente se mostrarem corretas – são inicialmente difíceis de justificar de modo claro. Na década de 1950, em palestra memorável, um prêmio Nobel cunhou o termo ciência patológica para denominar certos tipos de afirmações incoerentes. Além de citar exemplos, aquele renomado cientista estabeleceu 'regras' que mostram como teorias, resultados ou novos 'fenômenos' disparatados acabam ganhando adeptos e popularidade na comunidade científica, antes de serem provados falsos. Aqui, apresentaremos exemplos antigos e recentes de ciência patológica na física, bem como reflexões sobre esse aspecto sociológico da prática científica.

Nick Stone
Universidade de Oxford (Reino Unido)
e Laboratório Nacional Oak Ridge (Estados Unidos)

LÓGICA...

ILUSTRAÇÕES LULA

A ciência é baseada na experimentação, com a teoria desempenhando papel na produção de um quadro composto, consistente com o máximo de resultados possível. Novas ideias, experimentos e resultados são julgados com base no cenário aceito em dado momento.

É essencial, caso se queira que o entendimento de um assunto seja ampliado, que o cenário aceito seja desafiado de modo inovador e tantas vezes quanto possível. Está também claro que novas ideias – às vezes, parecendo inicialmente ir contra o cenário aceito – devam ser levadas à frente e consideradas por seus méritos.

Na prática, porém, a ciência tem que enfrentar o problema de como lidar com ideias dissidentes e com o desafio de separar especulações e afirmações incoerentes – que aqui denomino 'dragões', criatura mítica, atrativa, mas perigosa – de outras que, apesar de posteriormente se mostrarem corretas, sejam inicialmente difíceis de justificar de modo claro.

Na década de 1950, o norte-americano Irving Langmuir (1881-1957), prêmio Nobel de Química de 1932, fez palestra memorável em que cunhou o termo ciência patológica para "a ciência de coisas que não são bem assim". Ele considerou vários exemplos dessas ideias e estabeleceu 'regras' por meio das quais essas especulações ganham apoio, por curto período de tempo, antes de serem postas de lado.

RAIOS N

O exemplo mais antigo de ciência patológica dado por Langmuir foi o do fenômeno dos raios N, 'descobertos' pelo físico francês René Blondlot (1849-1930), em 1903. Esses raios eram emitidos por certos corpos e, em um quarto escuro, podiam aumentar levemente a visibilidade de objetos, como uma folha de papel em branco, postos perto do emissor. Um gerador de raios N era um tubo de ferro, contendo um fio aquecido, com uma abertura, coberta por uma camada bem espessa de alumínio, opaca à luz.

Muitos artigos foram publicados sobre o tema no primeiro ano depois da descoberta, alguns corroborando o fenômeno; outros discordavam da existência dele. Foi um período de grande atividade na física, com intensa pesquisa sobre radioatividade e raios X.

Pouco depois do anúncio dos raios N, o físico norte-americano Robert Wood (1868-1955) foi escolhido por um grupo europeu para visitar o laboratório de Blondlot. Lá, mostraram a ele o equipamento no qual os raios N estavam sendo estudados. Entre os aparelhos, estava um espectrômetro dotado de um grande prisma de alumínio.

Uma questão preocupava Wood: a alegada precisão [do experimento] não parecia consistente com os tamanhos de certas aberturas pelas quais passava o suposto feixe, bem como com a largura deste último. Para esses questionamentos, a resposta da equipe de Blondlot era: "Sim, eles não obedecem a regras normais, e isso é o que é interessante neles".

Depois de uma demonstração ter sido finalizada, Wood perguntou – como se estivesse elocubrando algo – se alguns dos resultados poderiam ser repetidos. A sala foi escurecida, e logo que o experimento recomeçou, Wood removeu o prisma do equipamento, sem que ninguém notasse.

O experimento mostrou, mesmo sem o prisma, resultados similares. Quando Wood contou o que havia feito, os raios N sofreram morte súbita.

REGRAS DE LANGMUIR

Langmuir deu outros exemplos, incluindo a chamada 'poliágua', que poderia tornar os oceanos um tipo de xarope denso. Ele sugeriu que há características comuns nas ideias 'patológicas' – nas quais, por sinal, os proponentes realmente acreditam.

As regras de Langmuir: i) o fenômeno era causado por estímulo fraco e independente da intensidade deste último; ii) o fenômeno era difícil de ser medido, com resultados pouco acima dos níveis detectáveis; iii) era alegada grande precisão nas medidas realizadas; iv) teorias 'extraordinárias' eram lançadas para explicar o fenômeno; v) alegava-se que as críticas aos resultados eram feitas com base em justificativas *ad hoc* – ou seja, sem compreensão objetiva e isenta da realidade.

A BOMBA DE HÁFNIO

Com exceção da fusão a frio, que chamou a atenção da comunidade científica em 1989, dois outros exemplos menos familiares que obedecem, de modo marcante, às regras de Langmuir vieram à atenção deste autor nos últimos anos. O primeiro, a bomba de háfnio, foi recentemente tema de livro de divulgação científica e de discussão importante em comitê do senado norte-americano. O segundo, o caso do desaparecimento da atividade alfa, não chegou a ganhar manchetes, mas teve alguma repercussão em jornais, publicações de divulgação científica e mesmo periódicos científicos.

O háfnio 178m (^{178m}Hf) é um elemento químico cuja soma de prótons e nêutrons em seu núcleo é igual a 178 – o 'm', no caso, significa que ele é metaestável, ou seja, permanece em estado excitado, com energia cerca de 2,5 milhões de elétrons-volt (MeV) acima do estado fundamental (ou normal). Um átomo de háfnio 178m tem uma vida média de 32 anos. Em termos das energias com que lidamos no dia a dia, milhões de elétrons-volt são ínfimos, imperceptíveis, mas na escala atômica é energia considerável.

O título sensacionalista 'a bomba de háfnio' foi dado em função de 1 g desse elemento – caso os 2,5 MeV por átomo pudessem ser emitidos de uma só vez – ser equivalente a cerca de 200 kg de um explosivo normal, ou seja, a uma pequena bomba nuclear. Por outro lado, a emissão dessa energia, feita lenta e controladamente, poderia ter muitos usos.

A afirmação de que haviam sido achadas evidências para 'disparar' a energia do háfnio 178m foi feita em 1999 por um grupo da Universidade do Texas (Estados Unidos) liderado pelo físico Carl Collins. No caso do háfnio 178m, o decaimento (ou seja, a emissão de energia) ocorre normalmente pela emissão, em cascata, de uma sequência de raios gama. O grupo de Collins, no entanto, alegou que, na presença de raios X com características daqueles produzidos por aparelhos de radiografia odontológica, a taxa de decaimento para certos 'degraus' dessa cascata aumentava em até 6,5% – para o leitor interessado em se aprofundar nos temas aqui tratados, os artigos científicos originais estão listados em 'Sugestões para leitura'.

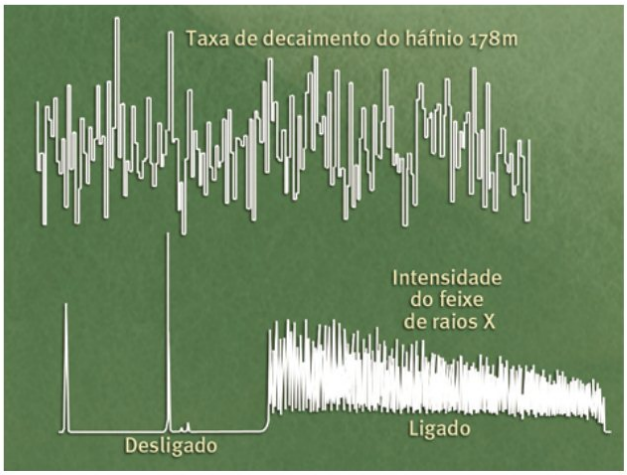


Gráfico com os dados sobre o experimento com o háfnio 178m em laboratório na Suíça

KETTNER, K. U.; BECKER, H. W.; STREIDER, F.; ROLFS, C. JOURNAL OF PHYSICS G V. 32, P. 489 (2006)

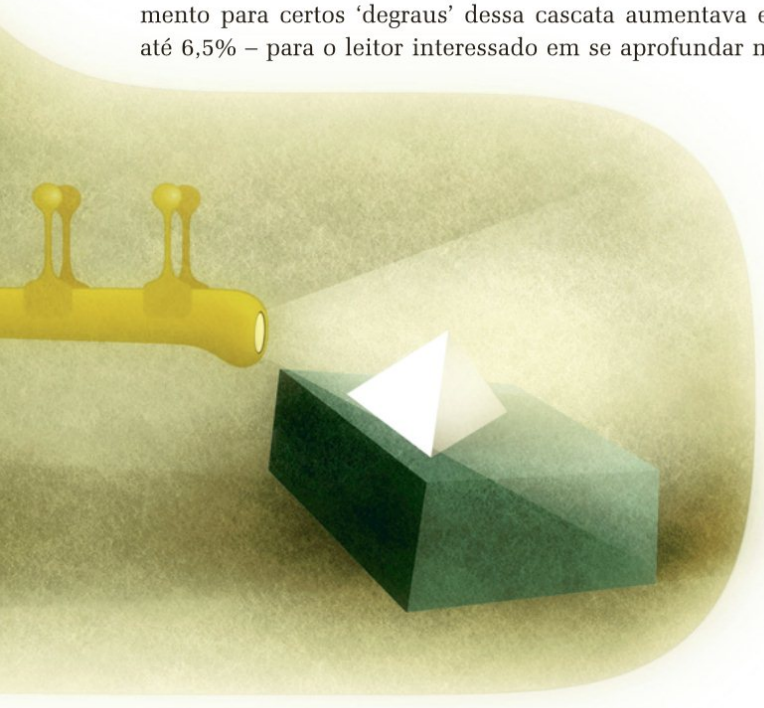
Mais tarde, publicações deram 'evidências' similares – porém, parciais – para o aumento da taxa de emissão em outros 'degraus' da cascata, mas nenhuma evidência foi vista para a emissão simultânea de toda a sequência de raios gama. Quando Collins foi perguntado como isso provava alguma coisa, ele respondeu que a evidência de apenas uma transição (de um 'degrau', na cascata de sequências) era suficiente para demonstrar que o disparo de toda a sequência havia ocorrido.

As ideias de Collins sobre a possibilidade de obtenção de um 'gatilho' para disparar a energia do háfnio 178m foram levadas a sério e receberam apoio da Darpa (sigla, em inglês, para Agência de Pesquisa em Defesa dos Estados Unidos). Artigos apareceram em periódicos científicos de alto prestígio, e, pouco depois, foi dado ao grupo tempo extra para que seus membros seguissem com as pesquisas nos mais bem equipados (e caros) laboratórios internacionais no Japão e na Suíça.

Se havia algo extraordinariamente novo, esses novos laboratórios queriam fazer parte do jogo – e as afirmações nesse sentido eram incisivas. As tentativas de outros grupos de checar relatórios nem sempre foram bem recebidas. Quando experimentos independentes davam resultados negativos e ganhavam repercussão, eles eram ignorados.

Os estudos sobre o háfnio 178m passaram de um fenômeno básico para estudos sobre os tempos relacionados a seu decaimento. Exemplo de dados coletados no SLS (sigla, em inglês, para Fonte de Luz da Suíça) é mostrado na figura acima. A parte superior da figura exibe a taxa de decaimento do háfnio 178m, já incluindo o erro experimental. Em baixo, está a intensidade dos feixes de raios X – na metade esquerda o feixe está desligado; na direita, ligado.

No artigo, que inclui esse gráfico, os autores afirmam basicamente que, ligada a fonte de raios X, havia súbito



crescimento na taxa de decaimento do háfnio (parte direita da curva de cima do gráfico). A análise dos dados mostrou que há realmente acréscimo, porém diminuto. Mas essa alteração – que é menos da metade da incerteza inerente às medidas – não permite concluir que haja o surgimento de qualquer efeito, como foi afirmado no artigo.

Presente como observador em um experimento no SLS, o autor deste artigo sugeriu a Collins, em um encontro, que ele dedicasse tempo para melhorar a qualidade das evidências de seus dados, usando um feixe de raios X mais favorável, produzido no então mais moderno laboratório do gênero. Collins nem mesmo discordou ou, pelo menos, discutiu a questão; ele simples e abruptamente encerrou o encontro. Depois me foi dito, em termos não muito precisos, que levantar aquelas dúvidas era inaceitável, e que minha conexão com o experimento havia chegado ao fim.

Nos 10 anos seguintes, os experimentos com o háfnio 178m continuaram. No entanto, em vários laboratórios do mundo dotados de feixes de raios X com potência muito superior àquela originalmente usada na experiência inicial, nenhum sinal muito superior ao erro experimental foi observado.

Descrita em sua totalidade, a história desse fenômeno obedece a cada uma das regras de Langmuir. Então, o dragão da bomba de háfnio está morto? Sim, mas isso se deu só no ano passado.

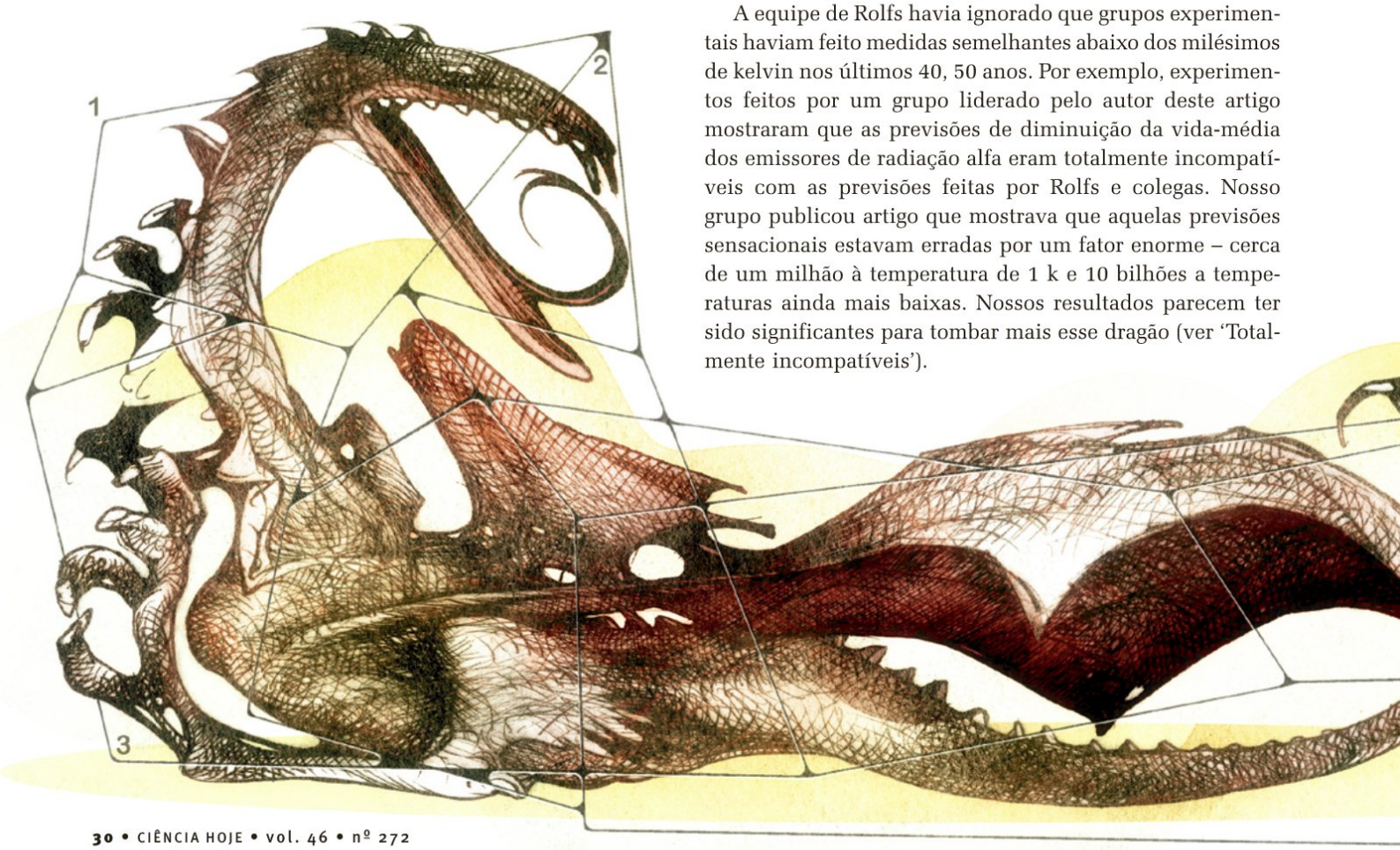
DESAPARECIMENTO DA ATIVIDADE ALFA

Em 2006, na conclusão de artigo publicado em respeitado periódico de física, um grupo de astrofísicos liderados por Claus Rolfs defendeu que elementos radioativos encapsulados em metal – sendo o conjunto resfriado a temperaturas abaixo de 1 kelvin, ou seja, 272 graus celsius negativos – teriam sua meia-vida diminuída bruscamente. Por exemplo, em condições semelhantes (4 kelvin), o elemento químico polônio 210, segundo a equipe de Rolfs, teria sua meia-vida alterada de 138 dias para apenas 0,5 dia – meia-vida é o tempo necessário para que metade dos núcleos radioativos de uma amostra sofra decaimento radioativo, ou seja, emita energia na forma de radiação.

Um dos problemas com o artigo é que os autores não se preocuparam em saber se estudos experimentais de emissão alfa haviam sido feitos a temperaturas tão baixas. Além disso, a teoria invocada era bizarra, pois desafiava princípios da física quântica atômica, a mais apropriada para tratar os resultados do experimento.

No entanto, os resultados daquela equipe de astrofísicos não foram desafiados pelos pareceristas do artigo, e grupos experimentais começaram a tentar fazer medidas para testar as notáveis previsões do grupo. Um dos primeiros experimentos afirmava ter achado evidências consistentes com os resultados do grupo de Rolfs, porém de menor intensidade.

A equipe de Rolfs havia ignorado que grupos experimentais haviam feito medidas semelhantes abaixo dos milésimos de kelvin nos últimos 40, 50 anos. Por exemplo, experimentos feitos por um grupo liderado pelo autor deste artigo mostraram que as previsões de diminuição da vida-média dos emissores de radiação alfa eram totalmente incompatíveis com as previsões feitas por Rolfs e colegas. Nosso grupo publicou artigo que mostrava que aquelas previsões sensacionais estavam erradas por um fator enorme – cerca de um milhão à temperatura de 1 k e 10 bilhões a temperaturas ainda mais baixas. Nossos resultados parecem ter sido significantes para tombar mais esse dragão (ver 'Totalmente incompatíveis').



Totalmente incompatíveis. Relatamos aqui, de modo conciso e simplificado, resultados de experimentos feitos pelo grupo do autor deste artigo para testar as previsões feitas por Rolfs e colegas sobre o 'desaparecimento' das emissões alfa sob baixas temperaturas. Por exemplo, para o radônio 224 (vida-média 3,66 dias, quando encapsulado por ferro), Rolfs e colegas alegavam que esse tempo cairia para menos de 5 s à temperatura de 1K e que abaixo disso nem seria possível fazer um experimento. Fizemos esses experimentos por vários dias a temperaturas inferiores a 20 milésimos de kelvin (20 milikelvin) e nada foi notado. Para o actínio 227 (vida-média de 21,8 anos no ferro), mantido a 1K ou temperatura menor, a amostra decairia em cerca de 18 dias. Novamente, nosso experimento, feito ao longo de meses, com a amostra mantida a aproximadamente 8 milikelvin, mostrou que as previsões do grupo de Rolfs eram totalmente incompatíveis.

O autor é inglês, graduado e doutorado em física pela Universidade Oxford (Inglaterra), com pós-doutorado na Universidade de Berkeley (Estados Unidos). Foi pesquisador do Laboratório Clarendon, em Oxford, por 30 anos, aplicando técnicas de temperaturas ultrabaixas para o estudo de estruturas nucleares. Atualmente, trabalha no Laboratório Nacional Oak Ridge (Estados Unidos), onde mantém vários projetos em andamento, bem como no Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN).

Foi relatado que Rolfs, em tentativa de revide, teria mantido que "as fontes de Stone não são propriamente em metal", apesar das múltiplas evidências em contrário.

Simplesmente, um caso emblemático da quinta lei de Langmuir.

POR QUE SURGEM OS DRAGÕES?

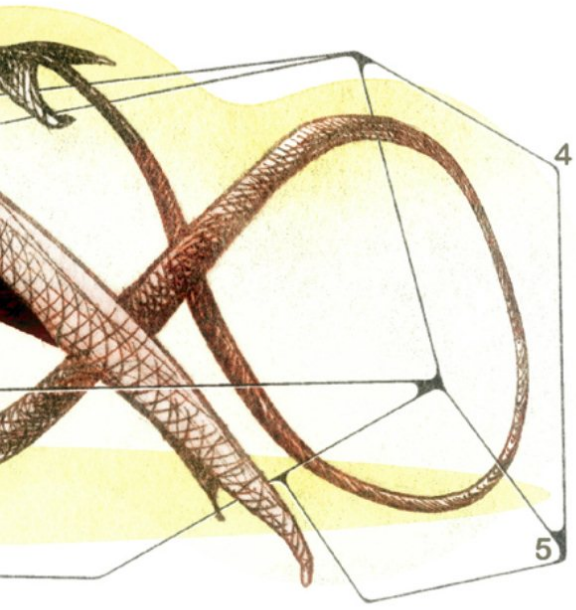
Langmuir foi cuidadoso em sua descrição da ciência patológica ao ressaltar que os criadores de 'dragões' não eram necessariamente desonestos, mas poderiam acreditar verdadeiramente que suas ideias, seus experimentos e suas interpretações eram completamente científicos. Desonestidade profunda é outra – e mais rara – ocorrência. Mas o desenrolar dos fatos inevitavelmente acabou mostrando que os proponentes do 'dragão' haviam sido seletivos em suas apresentações de dados (caso dos raios gama do háfnio); estavam desejosos de encontrar razões para descartar dados que não concordavam com suas ideias; queriam aceitar métodos teóricos incompletos para impulsionar suas crenças (decaimento alfa mais veloz).

Dragões têm a característica de que eles frequentemente aparecem quando especialistas em uma área tentam explicar o que eles 'veem' em outro campo no qual lhes falta experiência.

A natureza humana pode enganar, e cientistas são tão humanos quanto qualquer outra pessoa. Cientistas não são insensíveis às tentações de fama e fortuna, especialmente se um novo conceito revolucionário parece estar ao alcance de suas mãos. Essas influências podem facilmente levar a publicações prematuras e a exageros para tornar mais sensacionais novos resultados.

'Dragões' finalmente acabam morrendo, mas pode ser preciso tempo valioso e grande desperdício de esforços para matá-los. Hoje, com laboratórios dispendiosos e intensa competição para o uso deles, o velho adágio 'repita, repita, repita', para evitar conclusões errôneas, é frequentemente difícil de satisfazer. Mas isso não significa que deveríamos automaticamente descartar ideias independentes em relação a experimentos, pois isso seria a rota para a estagnação.

Enquanto pareceristas, consultores e colegas agem como caixas de ressonância para testar ideias à medida que elas surgem, a responsabilidade para uma ciência vigorosa está fundamentalmente depositada no cientista, como indivíduo. ■



Sugestões para leitura

WEINBERGER, S. *Imaginary weapons: a journey through the Pentagon's scientific underworld*. New York: Nation Books (2007).
COLLINS, C. B. *et al. Physical Review Letters*, v. 89, p. 695 (1999).
COLLINS, C. B. *et al. Laser Physics*, v. 14, p. 154 (2004).
KETTNER, K. U.; BECKER, H. W.; STREIDER, F.; ROLFS, C. *Journal of Physics G*, v. 32, p. 489 (2006).
RAIOLA, F. *et al. European Journal of Physics A*, v. 32, p. 51 (2007).
STONE, N. J.; STONE, J. R.; LINDROOS, M.; RICHARDS, P.; VESKOVIC, M.; WILLIAMS, D. A. *Nuclear Physics A*, v. 793, p. 1 (2007).

Na internet:
Irving Langmuir (em português e inglês):
http://pt.wikipedia.org/wiki/Irving_Langmuir
http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1932/index.html
Palestra de Langmuir sobre ciência patológica (em inglês):
http://www.cs.princeton.edu/~ken/Langmuir/langmuir.htm
Controvérsia sobre a bomba de háfnio (em inglês):
http://en.wikipedia.org/wiki/Induced_gamma_emission:_Hafnium_controversy

Mudanças climáticas globais

CAÇANDO INDICADORES NO NORDESTE BRASILEIRO

Litoral cearense, junto à foz do rio Jaguaribe

As mudanças climáticas globais atraem hoje a atenção de toda a sociedade, em especial por causa das previsões sobre efeitos catastróficos divulgadas pelos meios de comunicação de massa. Mas como avaliar com maior precisão a dimensão dessas alterações do clima e os impactos que terão na paisagem natural e na vida humana? Uma das estratégias da ciência para isso é identificar e acompanhar processos que não só confirmem que o clima está mudando, mas também indiquem como e em que medida isso afetará o planeta em que vivemos. Encontrar e estudar indicadores desse tipo é o objetivo de pesquisas científicas feitas hoje em todo o mundo, inclusive no Brasil. No Nordeste, estudos no rio Jaguaribe e em trechos do litoral apontaram alguns processos naturais que podem servir como indicadores e a avaliação destes apontou que, de fato, as mudanças climáticas vêm intensificando as alterações ambientais. É necessário, portanto, aprofundar o estudo desses e de outros indicadores, para que se possam encontrar formas de adaptação às transformações previstas.

Luiz Drude de Lacerda, Mario Duarte Godoy e **Luis Parente Maia**
Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará

A busca por variações de características da paisagem – ou 'indicadores' – que possam confirmar a ocorrência das mudanças climáticas globais é um passo essencial para definir, caracterizar e quantificar as consequências desse fenômeno sobre o meio ambiente. Esses indicadores permitirão avaliar a vulnerabilidade dos ecossistemas naturais às alterações do clima e o efeito sobre atividades humanas que dependem da integridade desses sistemas. Assim, será possível elaborar modelos capazes de prever as transformações vividas pelo planeta e sugerir as necessárias adaptações.

Indicadores significativos têm sido identificados e estudados em várias partes do mundo, em particular em áreas extremas, como regiões polares e altas cadeias de montanhas. Entre eles estão a velocidade do desaparecimento de geleiras e calotas polares, a diminuição dos mantos de gelo da Groenlândia e da Antártida e variações de temperatura na atmosfera e nos oceanos. Alterações na distribuição de espécies sensíveis, e mesmo sua extinção, também têm sido relacionadas às mudanças climáticas. O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), de 2007, traz muitos exemplos. No entanto, apesar da variedade de biomas e ecossistemas e da imensa biodiversidade brasileira, dados consistentes sobre indicadores de mudanças do clima no Brasil ainda são escassos.

As áreas de interface entre diferentes ecossistemas, chamadas de ecótonos, estão entre as mais suscetíveis aos efeitos das alterações climáticas globais. Uma das que reagem com maior rapidez a essas mudanças é a interface continente-oceano, já que suas características dependem de diversos fatores afetados pelo clima, em particular a elevação do nível do mar e as variações do fluxo dos rios (devidas ao regime de chuvas), que influenciam a estabilidade da costa e o equilíbrio entre erosão e sedimentação. O reconhecimento da importância dessas áreas para entender como ambientes locais são afetados pelas mudanças do clima levou o Insti-

tuto Nacional de Ciência e Tecnologia de Transferência de Materiais Continente-Oceano (www.inct-tmcocean.com.br), projeto sediado na Universidade Federal do Ceará (UFC), a realizar estudos para identificar, caracterizar e quantificar indicadores desses impactos.

Estudo recente sobre a erosão e o aporte de sedimentos (progradação) na linha de costa no litoral brasileiro, patrocinado pelo Ministério do Meio Ambiente, sugeriu o litoral do semiárido, no Nordeste, como particularmente vulnerável às mudanças do clima. A pequena vazão dos rios do semiárido reduz a descarga de sedimentos no mar e facilita a erosão costeira. Os efeitos dessa característica natural são reforçados pela redução do volume de chuvas registrada nas últimas décadas na região, prevista em relatórios do IPCC e recentemente confirmada por estudos da Fundação Cearense de Meteorologia (Funceme). Além disso, a construção de barragens reduz ainda mais a vazão desses rios (ver 'Efeitos da açudagem no rio Jaguaribe', em *CH* nº 197).

Esses processos alteram a capacidade de transportar sedimentos dos rios e dos ventos e as características das calhas fluviais, o que afeta a linha de costa, e por isso podem ser relacionadas às mudanças climáticas. Três indicadores decorrentes dessas alterações vêm sendo pesquisados pela equipe do projeto: i) deslocamento de dunas de areia, ii) formação de ilhas e alargamento de praias fluviais (que resultam no aumento da área de manguezais) e iii) variação da linha de costa. Imagens de satélite e estudos de campo permitiram modelar como esses indicadores variaram nos últimos 40 anos, quando as mudanças climáticas globais supostamente se intensificaram.

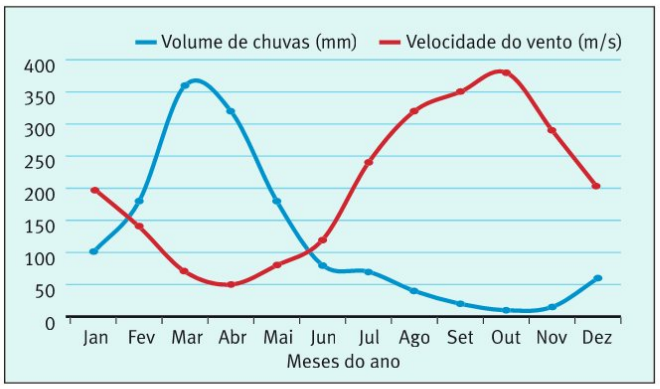


Figura 1. Padrão típico da distribuição anual de chuvas e da velocidade dos ventos ao longo do litoral do Nordeste brasileiro

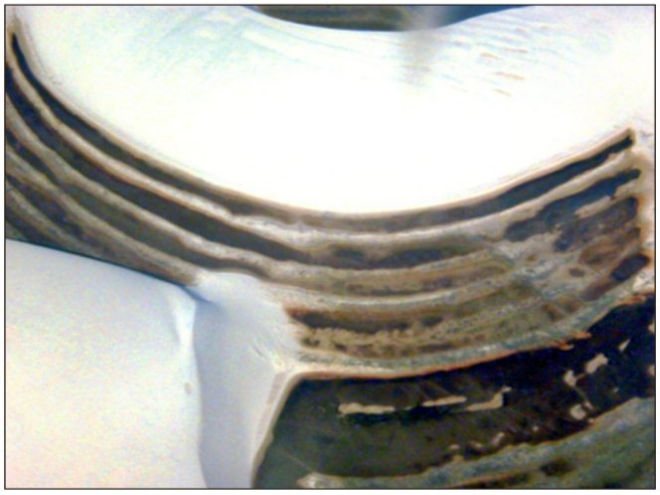


Figura 2. Linhas deixadas pelo deslocamento de dunas e colonizadas por vegetação em um extenso campo de dunas móveis no litoral do Ceará (a imagem é aérea e a distância entre as linhas varia de 10 a 15 m)

FOTO DE L. P. MAIA

Deslocamento de dunas

No litoral do Nordeste, o ano apresenta duas estações climáticas bem definidas. O período chuvoso, marcado por ventos pouco intensos e baixa taxa de evaporação, atinge seu máximo entre março e abril, quando a zona de convergência intertropical (faixa chuvosa que se expande sobre o oceano Atlântico) está em sua posição mais ao sul. O período seco, com taxa de evaporação e velocidade do vento elevadas, tem seu máximo entre setembro e outubro, quando a zona de convergência atinge sua posição mais ao norte. O volume de chuvas e a velocidade dos ventos (figura 1) são os fatores que mais influenciam o deslocamento das dunas no litoral do semiárido.

A duna desloca-se no período seco, quando há ventos fortes e umidade baixa, o que facilita o transporte da areia. Na época chuvosa, com alta umidade, o movimento diminui ou até cessa. Nessa estação, o lençol freático aproxima-se da superfície, favorecendo o estabelecimento de uma vegetação típica na área traseira da duna. Quando a duna volta a se deslocar, na época seca, deixa para trás a marca de sua localização na estação anterior: uma linha de vegetação (figura 2). Estudos revelaram que a formação das linhas residuais e seu espaçamento a cada ano dependem da subida e descida do lençol freático. Infelizmente, alterações posteriores – a ação do vento e da água e o crescimento de outras plantas – podem, com o tempo, deformar as linhas residuais, encurtando a 'validade' desse indicador para poucas dezenas de anos. Isso impede seu uso para estudos sobre o clima local em tempos mais antigos, mas ainda permite que seja empregado para avaliar variações climáticas recentes.

Por exemplo, sabe-se há algum tempo que, após períodos do fenômeno El Niño (aumento da temperatura das águas do oceano Pacífico na costa da América do Sul), cai o volume de chuvas na região do oceano Atlântico equatorial. Quanto mais intenso o El Niño, maior a redução pluviométrica. Por isso, testamos se nosso indicador 'deslocamento de dunas' respondia da mesma forma. Como previsto, quanto mais forte o El Niño, maior a distância entre linhas consecutivas deixadas pelas dunas.

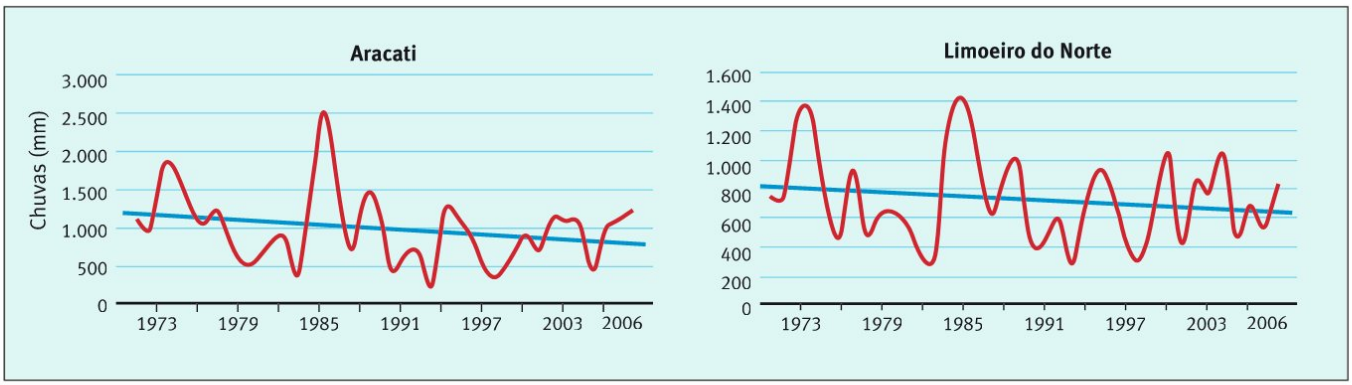


Figura 3. Volume anual de chuvas, medido em estações de monitoramento diário da Fundação Cearense de Meteorologia em Aracati e Limoeiro do Norte, no Ceará, municípios situados na bacia do baixo rio Jaguaribe (a linha azul inclinada indica a redução média das chuvas)

Ilhas, praias e manguezais

A redução das chuvas na região Nordeste, prevista nos modelos que simulam os efeitos das mudanças climáticas globais sobre climas regionais, tem sido confirmada. Os modelos do IPCC apontam redução de até 20%, por década, do volume anual de chuvas na região. Para o Ceará foi calculada, recentemente, uma redução de 6% por década, com base na pluviosidade anual entre 1965 e 2003. Dados do volume anual de chuvas em duas estações de medição da bacia do rio Jaguaribe (figura 3), onde o projeto do INCT-TMCOcean (transporte de materiais entre continente e oceano) e a UFC man-têm programas de longo prazo para monitorar alterações desse rio e do litoral junto à sua foz, mostram essa redução. A bacia do rio Jaguaribe é a maior do semiárido, com mais de 75 mil km^2, e ocupa mais da metade do território do Ceará.

Além da queda suave, mas consistente, do volume anual, os registros revelam ainda uma redução praticamente total das chuvas no auge da estação seca, o que diminui drasticamente a disponibilidade de água para as atividades humanas na bacia e sugere a necessidade da construção de barragens e açudes para acumular a água. A combinação da queda na quantidade de chuvas e da construção de barragens terá importantes efeitos na vazão da bacia do rio Jaguaribe.

A vazão dos rios do semiárido depende do volume de chuvas, mas na região os açudes são o principal controlador dessa vazão. A construção, a partir das décadas de 1970 e 1980, dos principais reservatórios da bacia permitiu regularizar a vazão desses rios ao longo de todo o ano, mas a diminuição das chuvas tem resultado em vazões cada vez mais baixas, embora constantes. A vazão na bacia do Jaguaribe é regulada hoje pela operação de 87 açudes públicos, entre eles Orós e Castanhão, ambos de grande porte, mas existem em toda essa bacia milhares de outros reservatórios.

O principal resultado da construção das barragens é a regularização da vazão dos rios, com a redução significativa dos valores máximos de descarga fluvial típicos da estação chuvosa. O papel dominante das barragens em rios do semiárido fica claro quando se constata que apenas em 2008 e 2009, quando ocorreram chuvas muito intensas, os picos máximos de vazão do rio Jaguaribe atingiram os níveis registrados nos anos 1970 e 1980, antes da construção de grande número de açudes médios na bacia desse rio. Isso só aconteceu porque a forte concentração de chuvas, em um tempo curto, nos dois últimos anos, exigiu a abertura das comportas do açude Castanhão (o maior da região, concluído em 2006 e capaz de armazenar 6,7 bilhões de m^3 de água) para evitar danos à barragem.

Apesar desses picos mais altos em 2008 e 2009, a vazão média do rio mostra redução ao longo das últimas décadas. Em um cenário de mudanças climáticas globais que levem a uma diminuição da quantidade anual de chuvas, essa tendência deve ser muito agravada. Quais as consequências dessa mudança na vazão e quais indicadores podem ser usados para avaliar sua dimensão?

As fortes vazões na estação chuvosa retiram e transportam os sedimentos depositados durante a longa estação seca na parte inferior das bacias fluviais e em seus estuários, o que forma bancos de areia e ilhas fluviais e alarga as praias e as margens de ilhas. Um exemplo é a evolução da área de uma ilha fluvial próxima ao estuário do rio Jaguaribe nos últimos 20 anos (figura 4). O progressivo aumento da área da ilha acelerou-se nos últimos 10 anos, atingindo cerca de 25 hectares em duas décadas, como resultado direto da acumulação de sedimentos nessa porção do rio. A nova margem da ilha é rapidamente colonizada por manguezais, o que dificultará sua erosão mesmo durante eventuais períodos de elevada vazão. O aumento dos manguezais também ocorreu em outro estuário cearense, na Área de Proteção Ambiental do rio Pacoti (figura 5). Mapas colorizados a partir de imagens de satélite, de 1958 e 2004, revelam que a área total de mangues dobrou nesse período, principalmente pela colonização de ilhas formadas e praias alargadas.

Além das alterações nas descargas fluviais, que ampliam as áreas colonizáveis por manguezais, as mudanças nos

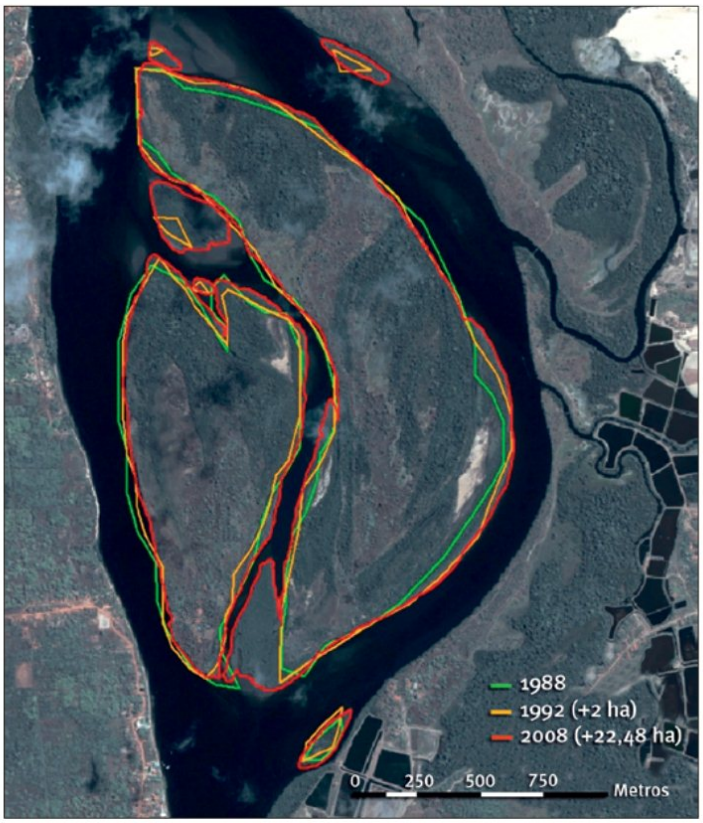


Figura 4. Variação nos últimos 20 anos da área de uma ilha fluvial no trecho estuarino do rio Jaguaribe, determinada com base em imagens do satélite QuickBird 2

padrões de chuvas – em particular a redução na estação seca – também facilitam o crescimento desse tipo de vegetação, aumentando a extensão da intrusão, rio acima, da água do mar. Essa intrusão reduz, ou mesmo elimina, a competição entre as árvores do mangue e as plantas terrestres, que não suportam salinidade e que normalmente colonizariam agressivamente a margem dos rios, impedindo o estabelecimento de manguezais.

Ao longo da parcela mais ao norte do litoral nordestino (do Rio Grande do Norte ao Maranhão), tem ocorrido expansão generalizada de manguezais (ver 'Manguezais do Nordeste e mudanças ambientais', em *CH* nº 229). Mapeamento feito pelo grupo da UFC em 21 estuários dessa área, comparando mapas digitalizados de imagens de satélite obtidas entre 1990 e 2004, constatou ampliação das áreas de mangue em 11 desses estuários, com aumento de cerca de 15% na extensão total dessa vegetação. Três estuários não mostraram alterações na área de mangues, e a redução desta, em outros sete, deveu-se ao desmatamento promovido por atividades humanas, em especial a instalação de fazendas de produção do camarão, sugerindo que o aumento geral seria maior que o observado.

Os aumentos de manguezais ocorreram em estuários tanto de rios com represas e açudes quanto naqueles sem essas alterações humanas, sugerindo que a mudança climática global é o fator mais importante para essa expansão, e que os efeitos dessas mudanças são potencializados pela ação humana sobre as bacias de drenagem.

Erosão costeira

ILUSTRAÇÃO L. P. MAIA

A erosão costeira no Nordeste está associada a dois fenômenos com escalas temporais distintas. No curto prazo, a erosão é controlada pelas variações no balanço (acúmulo e retirada) de sedimentos na costa. A retirada de sedimentos depende principalmente do regime de ondas, mas também contribuem para isso a diminuição do volume trazido ao litoral pelos rios e a perda de sedimentos das praias para as dunas costeiras pela ação dos ventos. No longo prazo, a erosão costeira é controlada pelas variações históricas do nível do mar.

As desembocaduras de rios no mar estão entre as áreas mais afetadas, no curto prazo, por alterações do balanço de sedimentos, composto pela descarga de materiais trazidos pelo rio e, por outro lado, pela ação erosiva de correntes marinhas, marés e ondas. Essa mobilidade natural da foz dos rios é afetada diretamente por alterações de origem humana nas bacias fluviais, como a construção de barragens, e é potencializada, hoje, pelas mudanças climáticas globais. No longo prazo, as alterações devidas às mudanças do nível do mar devem ser preponderantes e podem afetar a região costeira como um todo.

Fotografias aéreas e imagens de satélite, de 1958 a 2001, mostram a variação da desembocadura e do estuário inferior do rio Jaguaribe nesse período. A análise dessas imagens indica que a linha de costa da margem esquerda da foz recuou em média -0,83 m/ano, enquanto na margem direita houve deposição de sedimentos, a uma taxa média de 0,77 m/ano, resultando em erosão média de -0,05 m/ano. Essa tendência erosiva observada na margem esquerda varia ao longo do trecho estudado, devido a fatores como os fluxos d'água (hidrodinâmicos), a natureza das rochas e materiais do solo (geomorfológicos) e atividades humanas. Nessa região, a paisagem costeira está em constante transformação: a foz do rio Jaguaribe é empurrada para leste, provocando erosão na margem esquerda. O fenômeno é comum ao longo do litoral e já afeta áreas urbanizadas.

O movimento das ondas também é um componente importante da erosão costeira. Uma simulação simultânea da magnitude das ondas e do transporte de sedimentos ao longo da costa (devido à inclinação em que as ondas atingem a praia, induzindo um processo chamado de deriva litorânea), serve para identificar as zonas críticas de erosão e em que parte do ano o fenômeno é mais severo. A simulação apontou o trecho do litoral nordestino que apresenta direção sudeste-noroeste (uma pequena parte da costa do Rio Grande do Norte e a maior parte da costa do Ceará) como o mais propenso à erosão no segundo semestre do ano, quando o

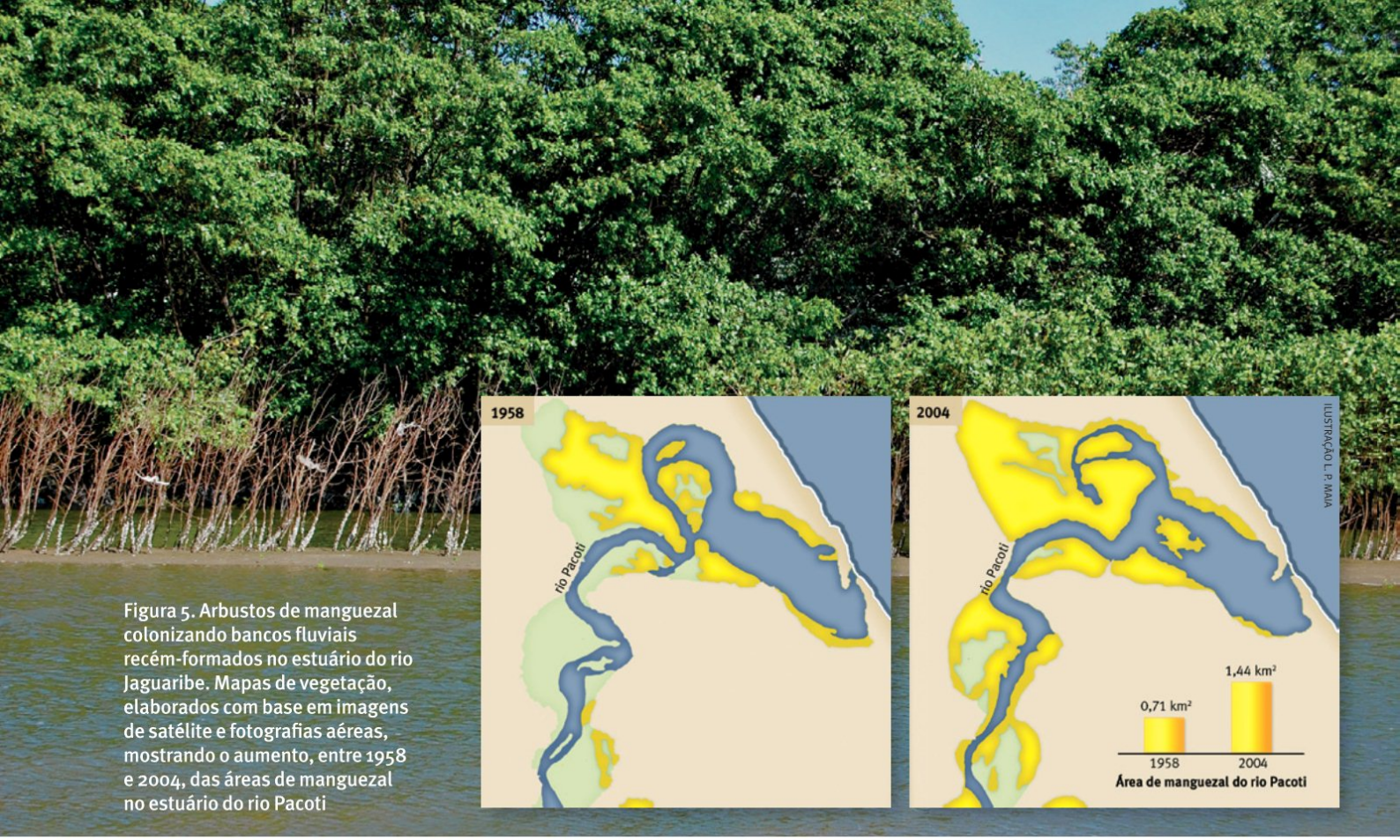


Figura 5. Arbustos de manguezal colonizando bancos fluviais recém-formados no estuário do rio Jaguaribe. Mapas de vegetação, elaborados com base em imagens de satélite e fotografias aéreas, mostrando o aumento, entre 1958 e 2004, das áreas de manguezal no estuário do rio Pacoti

FOTO L. D. DE LACERDA

ângulo em que as ondas incidem na costa é próximo de 45º, gerando maior transporte de sedimentos. Além disso, a intensidade da erosão nessa área é ampliada ainda pela presença, no fundo do mar e perto da costa, de formações rochosas que concentram a energia das ondas sobre o litoral.

As mudanças climáticas globais estão intensificando esse processo de erosão? A resposta depende de um bom conhecimento das taxas de erosão típicas desse trecho do litoral ao longo do tempo. Estudos que abrangem períodos mais longos indicam, para a costa brasileira, uma elevação do nível médio do mar de 4 mm/ano ou 40 cm/século. Esse valor, no entanto, pode apresentar diferenças significativas em alguns locais: no porto de Santos, por exemplo, é de apenas 10 cm/século.

Para o litoral nordeste oriental não há observações em longo prazo do nível médio do mar que apontem uma tendência confiável. Entretanto, considerando as tendências observadas em Recife (50 cm/século) e Belém (40 cm/século), podemos admitir valores entre 40 e 50 cm/século, o que significa uma elevação média anual de 45 mm. Essa subida de 45 cm corresponde a uma retração de 45 m por século da linha de costa (ou seja, uma taxa de erosão de 45 cm/ano).

Além disso, embora os estudos ainda se baseiem em intervalos de tempo mais curtos, observa-se uma tendência de aumento das taxas de erosão. A praia do Icaraí, 20 km ao norte de Fortaleza, é um dos trechos de maior erosão costeira no Ceará. O monitoramento do volume do perfil dessa praia durante cinco anos mostra que, embora este varie bastante nos diferentes meses do estudo, é possível identificar uma clara tendência de recuo, nesse caso com perda de volume em torno de 45 m^3/ano, o que corresponde atualmente a uma erosão de cerca de 7,8 m/ano.

As mudanças climáticas globais não são a única causa do que ocorre hoje na foz do rio Jaguaribe e no trecho costeiro próximo a ela, mas os três indicadores discutidos sugerem fortemente que essas mudanças vêm contribuindo para potencializar esses efeitos ambientais. Todos os indicadores avaliados apresentam clara intensificação nas últimas décadas. Portanto, é urgente aprimorar os modelos capazes de avaliar e descrever a evolução do cenário ambiental do litoral do Nordeste, com o objetivo de estabelecer programas de adaptação a essas transformações, que permitam minimizar seus impactos sobre a paisagem natural e as populações humanas. ■

Sugestões para leitura

MUEHE, D. (org.). *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente (série de publicações disponível em http://200.169.63.95/pggm/)

MAIA, L. P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U. & SOUZA, G. M. *Atlas dos manguezais do Nordeste do Brasil: avaliação das áreas de manguezais dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco*. Fortaleza, Semace, 2006 (disponível em http://www.institutomilenioestuarios.com.br/pdfs/ Produtos/011/11_AtlasdosManguezaisdoNordestedoBrasil.pdf)

Na internet

Página do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Transferência de Materiais Continente-Oceano (www.inct-tmcocean.com.br)

Página do Instituto do Milênio Estuários (www.institutomilenioestuarios.com.br)

A nova ciência marinha

O interesse pelos recursos, minerais ou biológicos, existentes nos oceanos e no solo abaixo da água vem crescendo nas últimas décadas, o que estimula a realização de estudos sobre o ambiente marinho. As dificuldades encontradas para a realização desses estudos têm exigido avanços em métodos e técnicas científicas.
Entre essas novas tecnologias de pesquisa está o uso de veículos de operação remota (minissubmarinos) para obter imagens do fundo marinho. Essa tecnologia já vem sendo utilizada no Brasil, em estudos sobre o fundo oceânico na costa do Ceará.

Uso de veículos remotos no estudo do fundo do mar

Leonardo Hislei Uchôa Monteiro
e **Luis Parente Maia**
Laboratório de Dinâmica Costeira, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará

Vista do espaço, a Terra apresenta uma tonalidade azulada, por causa da presença dominante dos oceanos, que cobrem dois terços de sua superfície. Essa característica nos distingue dos outros corpos celestes conhecidos e bem estudados. Chamada de 'planeta azul', a Terra é produto casual da evolução do sistema solar, que conferiu a seu terceiro planeta uma situação astronômica ideal e uma configuração geológica singular, que convergiram para gerar a água, os mares e a vida. O mar esteve, muitas vezes, ligado ao desenvolvimento das civilizações humanas, que exploraram seus recursos – sejam alimentos (peixes e moluscos) ou produtos básicos (sal) – e o usaram como via de transporte (navegação). Mais recentemente, os oceanos e os organismos que neles vivem têm servido como fonte de fármacos e de energia alternativa.

A exploração do mar teria começado no período Neolítico, 12 mil anos antes do presente, pois anzóis primitivos encontrados em estudos arqueológicos em áreas costeiras datam dessa época. O mar está presente também em crenças

Minissubmarino (acima e à esquerda), operado remotamente, usado nas pesquisas no mar cearense

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

e lendas antigas, como a do grande dilúvio. A invenção das embarcações permitiu a navegação costeira e depois a oceânica, levando ao descobrimento de novas terras. Só na segunda metade do século 20, porém, as novas tecnologias trazidas pelos satélites artificiais possibilitaram o conhecimento da cobertura completa do planeta.

No que se refere ao meio oceânico, as tentativas de reconhecimento do relevo submarino, da dinâmica interna dos mares e de sua comunidade biológica ocorreram sucessivamente, embora de início com resultados modestos ou praticamente nulos. Faltavam as tecnologias adequadas. Não se podem explorar as águas profundas dos oceanos nem as características dos fundos marinhos sem um equipamento altamente especializado. São necessárias novas tecnologias para que os investigadores possam estudar o ambiente, muitas vezes perigoso, do fundo do mar.

Na atualidade, as pesquisas sobre os recursos do mar, minerais ou biológicos, mostram uma nova vertente: o uso de veículos especiais (minissubmarinos) para obter imagens do fundo marinho. Um desses veículos submergíveis de operação remota, mais conhecidos pela sigla VOR (veículo de operação remota), vem sendo utilizado em estudos marinhos na costa do Ceará.

A plataforma continental, área do fundo oceânico mais próxima dos continentes, contém valiosos recursos naturais (pescado, petróleo e outros) e, por isso, tem grande importância ecológica, geológica, econômica e política. Nas últimas décadas, o governo brasileiro tem se esforçado para tentar conhecer todos os recursos vivos e não vivos dessa região. A primeira iniciativa nesse sentido, na década de 1970, foi o Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental (Projeto Remac), centrado basicamente nos recursos não vivos. Na década de 1990, com o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (Programa Revizee), foi iniciado um levantamento amplo e sistemático dos recursos biológicos do país. A zona econômica exclusiva é a faixa que, seguindo o contorno do litoral, começa a 12 milhas marítimas da costa (22,2 km, limite do mar territorial) e vai até 200 milhas (370,4 km). Nos dois programas, a participação de universidades de todo o Brasil foi determinante para a realização dos objetivos propostos.

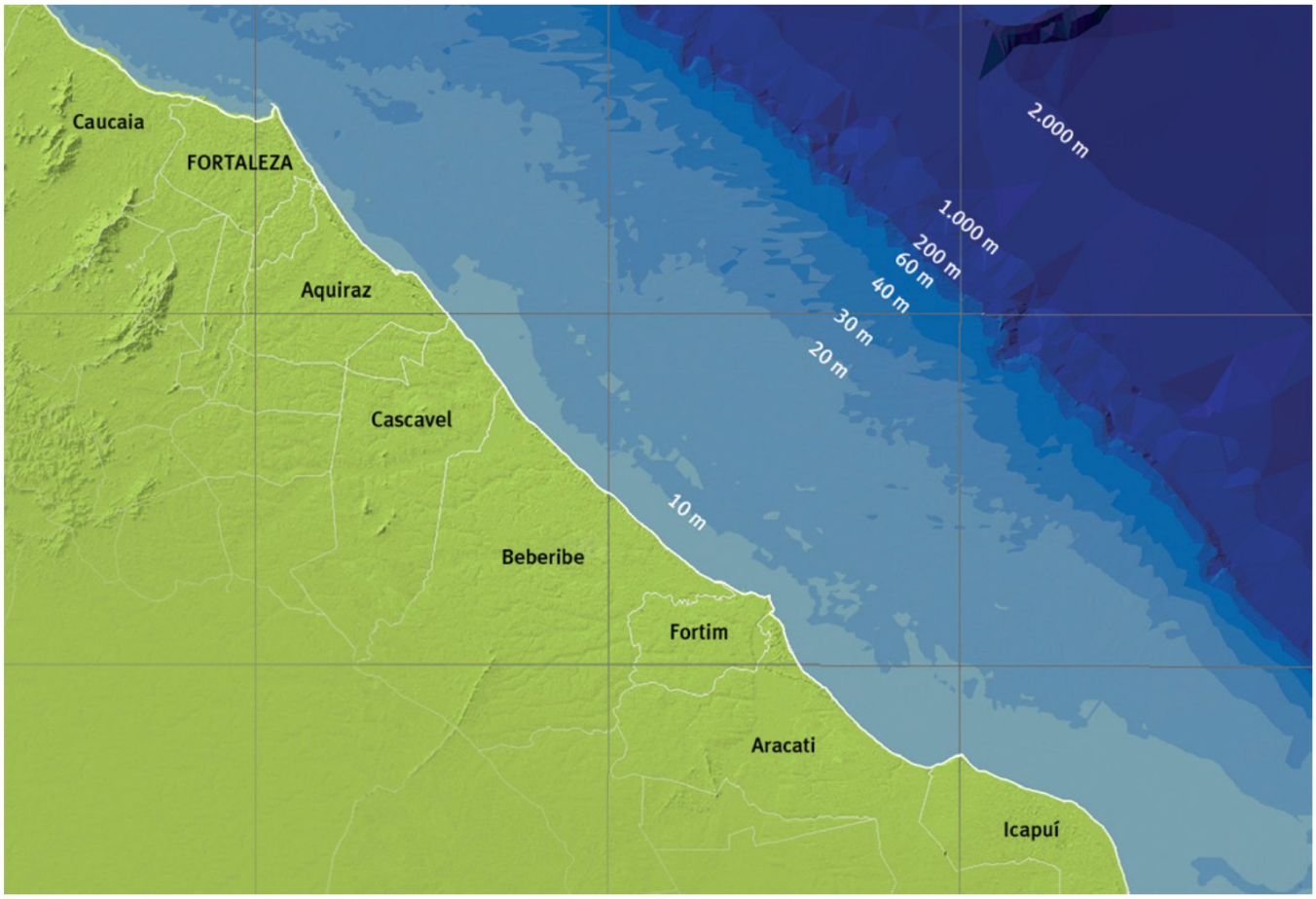


Figura 1. Mapa do litoral do Ceará, entre os municípios de Fortaleza (capital do estado) e Icapuí. No mar, as variações de cor representam linhas de profundidade da plataforma continental

O Instituto de Ciências do Mar (Labomar), da Universidade Federal do Ceará, participou desses projetos pioneiros e vem, nos últimos anos, ampliando e detalhando os estudos sobre a cobertura de sedimentos da parcela mais rasa da plataforma continental e da flora e fauna associadas a ela. Essa parcela tem largura média de 60 km, com declividade média de 1 m a cada quilômetro (figura 1).

A plataforma vista do espaço

A plataforma continental do Ceará pode ser visualizada com riqueza de detalhes por meio do processamento de imagens do satélite Landsat 7 TM (sigla de *thematic mapper*, ou mapeador temático). Esse satélite capta imagens em sete diferentes faixas do espectro, uma delas (com comprimentos de onda entre 450 e 520 nanômetros) com grande capacidade de penetração nas águas costeiras do Nordeste brasileiro. Isso ocorre em particular no litoral cearense, entre os municípios de Fortaleza e Icapuí, onde a transparência da água é elevada (figura 2). Imagens do satélite em outras faixas espectrais (luz visível e infravermelho) foram corrigidas e realçadas com filtros especiais e integradas a dados sobre as profundidades da área estudada para gerar um modelo digital do relevo da plataforma, que permite analisar a geometria das feições submarinas ali existentes.

A distribuição atual dos sedimentos na plataforma continental cearense está associada, em primeiro lugar, à elevação do nível do mar, que ficava cerca de 120 m abaixo do atual no último período de máxima glaciação, entre 22 mil e 14 mil anos atrás. Nessa condição, areias foram depositadas em ambientes de transição, como praias, campos de dunas eólicas e estuários, e estes foram submersos quando o nível do mar subiu e parcialmente alterados pelo acúmulo de novos sedimentos, agora produzidos por atividades biológicas (carbonatos). Portanto, as notáveis diferenças observadas na plataforma continental cearense, quando esta é dividida em faixas de profundidade, devem-se às mudanças das condições geológicas e hidrodinâmicas ocorridas entre as épocas antigas e as recentes.

Na chamada zona litorânea, com profundidade de até 15 m, predomina a interface entre sedimentos continentais e marinhos. As formas de fundo que ocorrem nessa área são do tipo dunas submersas (*sandwaves*) ou cordões are-

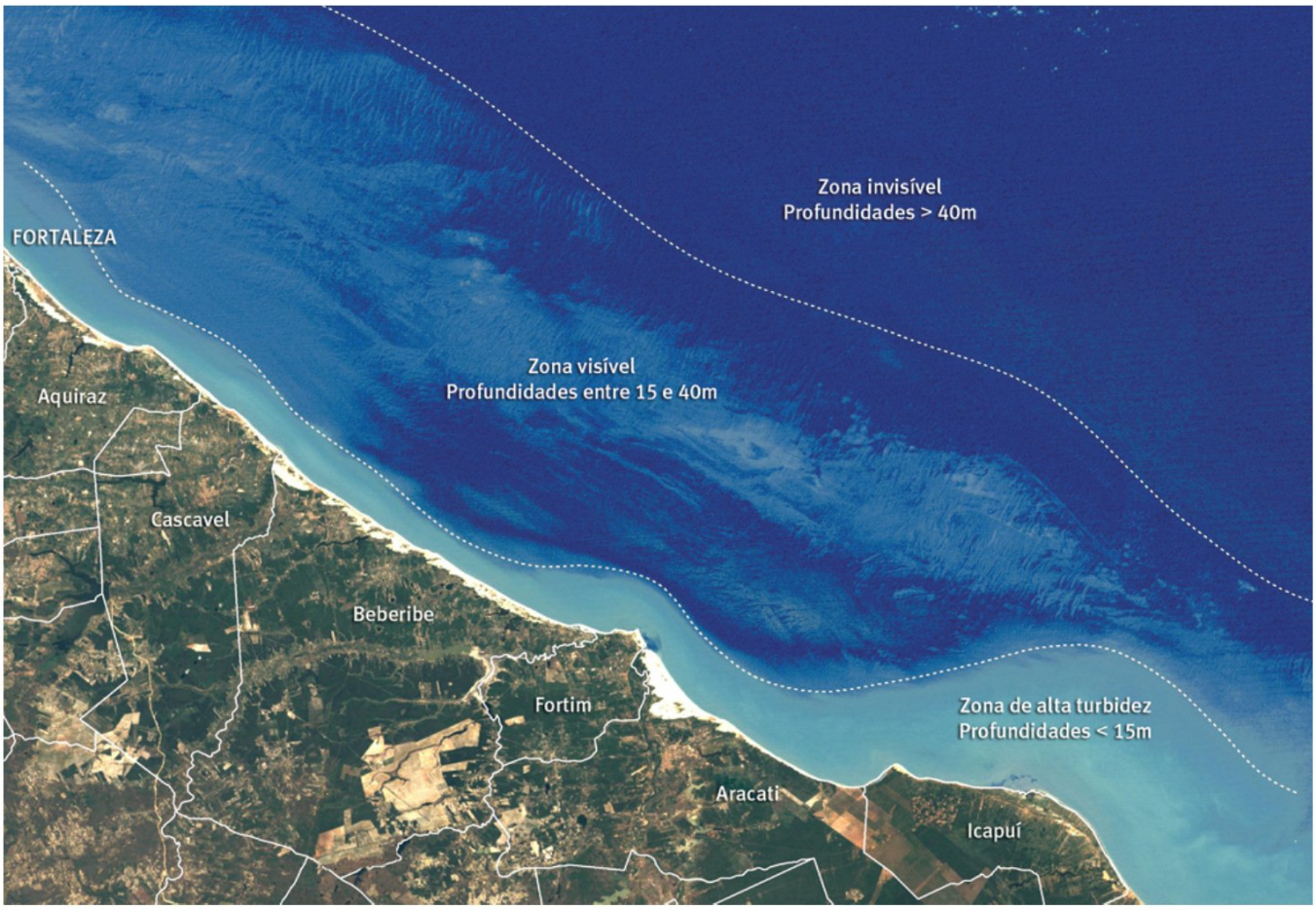


Figura 2. Visualização do fundo do mar entre Fortaleza e Icapuí, obtida por meio do processamento de imagens de satélite. Nas áreas mais próximas da costa, a turbidez da água impede a obtenção de imagens do fundo

nosos (*sand-ridge*) paralelos à costa, formados principalmente por areias de quartzo. Na 'zona de manchas' (*patchs*), entre 15 e 30 m, são observados bancos de algas, como as do gênero Halimeda, cercados por sedimentos não consolidados oriundos da quebra da própria alga calcária. Essa zona representa cerca de 45% da superfície marinha entre o litoral de Fortaleza e Icapuí.

Entre os 30 e 60 m, na zona de cordões arenosos, nota-se o desaparecimento dos campos de alga *Halimeda* e o surgimento de cordões arenosos perpendiculares à costa. Foi observada também a ocorrência de fundo rochoso com pequena camada de sedimentos não consolidados que variam da areia ao cascalho. Nessa área, surgem organismos incrustantes, como esponjas e corais. A descrição dos diversos ambientes traz a certeza de que algumas formas de fundo encontradas são de outras épocas e podem auxiliar em estudos paleoambientais do ambiente marinho raso (figura 3).

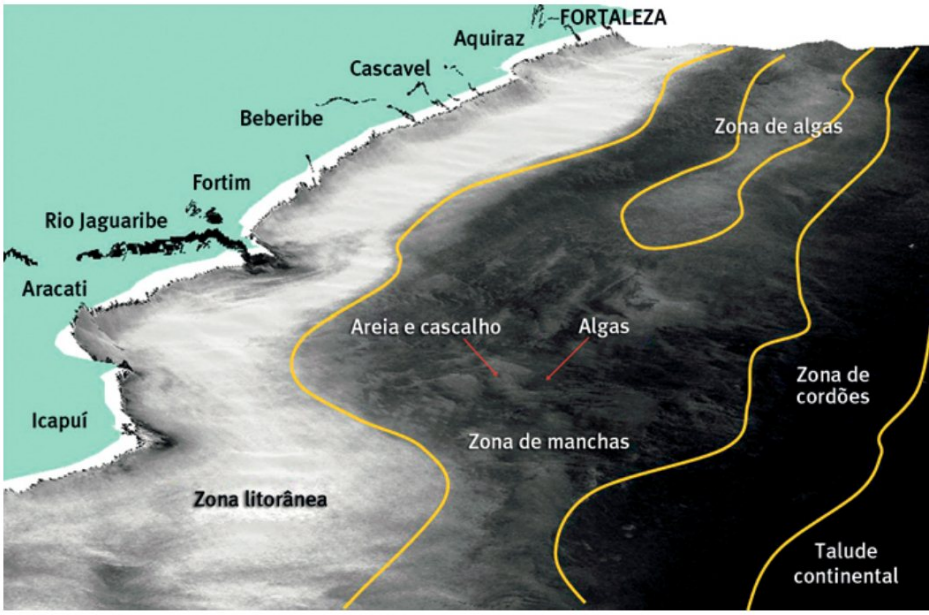


Figura 3. Modelo tridimensional do litoral entre Fortaleza e Icapuí, baseado nos dados obtidos por meio de imagens de satélite, com a distinção das zonas por ocorrência de formas do fundo marinho

FOTO DE EDUARDO FREITAS

Figura 4. Recife submerso registrado pela primeira vez, localizado a uma profundidade de 23 m e a 30 km da costa do município cearense de Icapuí

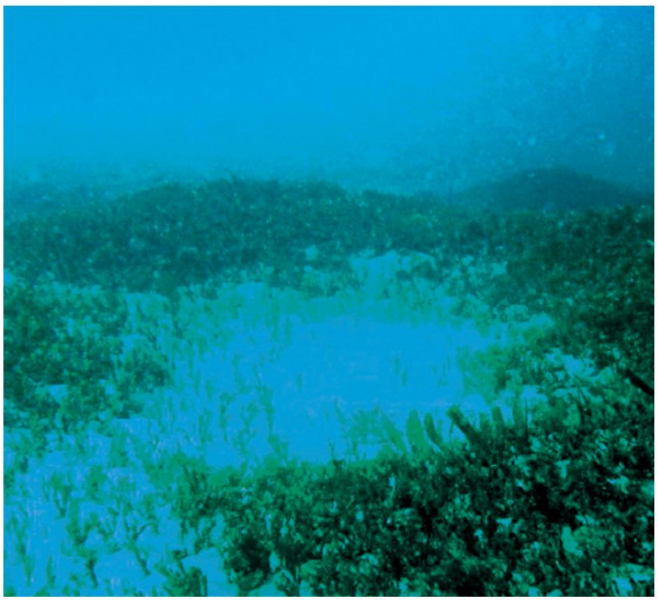


FOTO DE LEONARDO H. U. MONTEIRO

Figura 5. Bancos de algas calcárias, situados a 20 m de profundidade. Esses bancos são a principal fonte dos sedimentos ricos em carbonatos na plataforma continental do Ceará

Figura 6. Entre os achados do minissubmarino estão (A) nódulos enfileirados cobertos por algas, encontrados em 2007 a 16 m de profundidade e a 12 km da costa de Aquiraz; (B) esponjas, organismos que podem ser indicadores de antigos ambientes marinhos, em profundidades superiores a 40 m; e (C) corais moles e esponjas sobre um fundo rochoso, na área onde termina a plataforma continental cearense, a 50 km da costa de Fortaleza. As imagens foram obtidas, pelo minissubmarino, sob luz natural

Mergulhos com o minissubmarino

Uma linha de recife submersa foi encontrada ao norte do município de Icapuí, a cerca de 30 km da costa e a 25 m de profundidade. Esse afloramento tem 12 km de comprimento, algumas dezenas de metros de largura e está em geral alinhado à atual linha de costa. É composto por rocha arenítica, rica em grãos de quartzo, cimentados por uma matriz de carbonatos. O topo desse recife está a 23 m de profundidade e sua base a 27 m. Sua escarpa está voltada para o continente e ele exibe fraturas, causadas pela quebra de partes da rocha decorrente da remoção dos sedimentos de sua base pela ação de correntes marinhas (figura 4). Outra estrutura rochosa com características idênticas foi encontrada mais ao largo, a 44 m de profundidade. Ambas eram originalmente recifes de praia, indicando que durante a última elevação do nível do mar, há cerca de 10 mil anos (chamada de transgressão flandriana), ocorreram pelo menos dois períodos intermediários em que esse processo se estabilizou.

Os bancos ou manchas de algas são compostos principalmente pela espécie *Halimeda incrassata*, alga calcária que se fixa nos sedimentos arenosos com suas raízes, formando áreas mais elevadas, cercadas por baixios recobertos de sedimentos areno-cascalhosos oriundos da própria *Halimeda*. Na região da plataforma entre os municípios de Beberibe e Fortim, foram encontradas grandes áreas recobertas por essas algas verdes, com profundidades de 15 a

30 m (figura 5). Pelo conhecimento tradicional, essa área deveria contar a maior riqueza desse litoral: as lagostas. No entanto, nas várias submersões do VOR, que cobriram uma área significativa, apenas em duas ocasiões esse crustáceo foi observado, o que permite concluir que houve redução significativa de sua abundância.

Um dos achados (figura 6) mais intrigantes (não existe descrição anterior) aconteceu em 2007: um banco de algas móveis observado a 16 m de profundidade no município de Aquiraz. São grupos de nódulos arredondados (concreções) de carbonatos, conhecidos como rodolitos, distribuídos em linhas retas e equidistantes, com algas vermelhas fixadas, formando paisagens semelhantes a hortas. No entanto, uma nova pesquisa no mesmo local, em agosto de 2008, encontrou somente uma planície arenosa com marcas de ondas no fundo.

Em profundidades maiores que 40 m, os bancos de alga *Halimeda* desaparecem e dão espaço a grandes planícies de areia, onde ocorrem, de forma isolada, esponjas duras com entre 0,5 e 1 m de altura. Esses locais constituem pequenos ecossistemas marinhos, com a presença de peixes recifais e outros organismos. A ocorrência de esponjas tem grande importância geológica, pois o tipo encontrado revela o tempo ou o ambiente em que surgiram.

O mergulho mais profundo realizado pelo VOR atingiu 60 m de profundidade, o que corresponde ao limite da parte mais rasa da plataforma continental (esta continua mar adentro até a profundidade de 200 m, onde se situa o talude continental, ou seja, a escarpa íngreme que leva às regiões mais profundas do oceano). Em frente ao município de Fortaleza, 60 m abaixo da superfície, foi encontrado um fundo rochoso, recoberto por pequena camada de sedimentos, com diversas espécies de esponjas e corais se desenvolvendo.

Perspectivas nas ciências marinhas

O uso de minissubmarinos para estudos do fundo marinho permite visitar uma área maior em cada campanha de pesquisa, além de possibilitar uma visão dinâmica dos hábitats pesquisados. Esse instrumento ajuda a interpretar informações obtidas pela tradicional amostragem de pontos e, somado às técnicas de sensoriamento remoto (por satélite), produz um resultado muito mais preciso.

O VOR mostrou ser um equipamento bastante dinâmico, fácil de utilizar e com resultados relevantes. A partir de sua aplicação em um trecho do litoral podem ser obtidas informações como feições e texturas dos sedimentos, estruturas da camada sedimentar (unidirecional ou bidirecional), tipo de transporte de sedimentos (tração, rolamento ou suspensão), velocidade das correntes de fundo e influência das ondas no leito submarino. Sua garra também permite extrair amostras (biológicas, físicas ou sedimentares). Além disso, o uso do VOR diminui o risco de acidentes, por dispensar o mergulho autônomo, sujeito a altas pressões.

O minissubmarino usado no Ceará alcança profundidades de até 150 m, sem necessidade de descompressão ao final da jornada, e pode atuar ininterruptamente por vários dias, inclusive à noite, por ter um sistema autônomo de iluminação do ambiente. Esse equipamento pode ainda ser empregado em trabalhos no campo da engenharia de pesca, como estudos ecológicos de espécies comerciais, análises comportamentais, definição de tipos de malha ou de equipamento de pesca e estudos de impactos ambientais.

O constante desenvolvimento de novas tecnologias impulsiona a formação de profissionais especializados, como operadores de VOR, para os quais o mercado de trabalho está aquecido. Isso é consequência das recentes descobertas de petróleo na chamada camada de pré-sal, que geraram maior demanda de tecnologia e de profissionais capacitados. No Brasil, a operação de VOR é um novo mercado para profissionais das áreas de oceanografia, ciências ambientais, engenharia naval e afins.

Vistorias ambientais marinhas podem vir a ser um importante campo de atuação dessa técnica, visando ao monitoramento de operações de montagem de equipamentos de exploração e produção de petróleo, de despejos de material de dragagem e de instalação de cabos submarinos, entre outras. Os minissubmarinos também podem ser utilizados na exploração de naufrágios e em estudos em ecologia marinha, já que o tempo de mergulho com esses veículos é virtualmente ilimitado. Mergulhos repetidos podem ser feitos no mesmo local ou uma grande área pode ser visitada em apenas um dia. O maior número de mergulhos aumenta a probabilidade de encontrar espécies animais em observações aleatórias, em diversos ambientes (recifes submersos ou bancos de algas), enquanto nos mergulhos autônomos os pesquisadores só visitam pontos já reconhecidos e ainda pouco estudados. A expectativa geral da utilização do VOR é a compreensão dos ambientes submersos em sua forma mais ampla, trazendo assim novos aspectos e temas para as pesquisas nas ciências marinhas. ■

Sugestões para leitura

DIAS, J. M. A. (2004). *A conquista do planeta azul: o início do reconhecimento do oceano e do mundo*. Universidade do Algarve (Faro, Portugal). Livro eletrônico, disponível em (http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/ebooks/COAzul/CPAzul_1.pdf).

GUIMARÃES, R. Z. P.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, C. E. L.; ROCHA, L. A.; FLOETER, S. R.; RANGEL, C. A. & NUNAN, G. W. 'Peixes recifais brasileiros riqueza desconhecida e ameaçada', in *Ciência Hoje* nº 168, p. 16, 2001.

LINDNER, A. & KITAHARA, M.V. 'Pesca e pesquisa no mar profundo. Investimento em pesquisa e conservação é fundamental para preservar a vida marinha', in *Scientific American Brasil*, nº 60, p. 31, 2007.

Homens do mar

Os jangadeiros e suas embarcações a vela

Enaltecidas em prosa e verso, as jangadas nordestinas foram modificadas nas últimas décadas, mas continuam a ser utilizadas na pesca em alto-mar, em especial no litoral do Ceará. Os ventos constantes que ocorrem o ano inteiro nesse trecho da costa brasileira permitem que essas e outras embarcações a vela garantam o sustento de famílias de pescadores e de carpinteiros artesanais, desafiando os avanços da tecnologia de navegação e os perigos do oceano.

Miguel Sávio de Carvalho Braga
Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará

Realizada desde os mais longínquos tempos, a navegação a vela voltada para a pesca ainda é usada em diversas partes do mundo, apesar da crescente evolução e modernização da construção naval. No Brasil, o Ceará destaca-se pela concentração dessa atividade ao longo de seus 573 km de litoral, abrangendo 20 municípios costeiros e 110 localidades. Observa-se, na costa cearense, a predominância das embarcações a vela, de variados tipos, como paquetes, jangadas, botes e canoas. Essa frota, responsável por 60% de todas as capturas de espécies marinhas no estado, inclui 78% das embarcações cadastradas (em 2005), o que traduz a importância socioeconômica da atividade e a geração direta de emprego e renda.

A jangada e o jangadeiro são os maiores ícones do Ceará, símbolos de coragem e força na obtenção do sustento familiar, valores representados na árdua e perigosa navegação em mar aberto, em áreas oceânicas sujeitas aos ventos fortes típicos da região, em especial nos meses de agosto a novembro. A lida diária do pescador exige perícia, experiência e tenacidade, para realizar uma navegação segura em uma embarcação na qual pessoas sem experiência marinheira mal se equilibram de pé e sofrem náuseas e enjoos provocados pelo balanço incessante.

FOTO JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

Fatos históricos marcantes foram protagonizados por jangadeiros, entre os quais se destaca um herói das lutas contra a escravidão. Em janeiro de 1881, o jangadeiro José Francisco do Nascimento, conhecido como Chico da Matilde, que atuava no transporte de cargas entre navios de grande porte e o cais de Fortaleza, liderou uma greve dos barqueiros do porto e impediu, por alguns dias, que escravos vendidos para o sul do Brasil fossem embarcados ali, ganhando por isso o apelido de 'dragão do mar'. Esse movimento reforçou a luta abolicionista no Ceará, primeira província do país a determinar a libertação dos escravos, em 1884.

Outro acontecimento de grande repercussão foi a corajosa viagem da jangada 'São Pedro' de Fortaleza ao Rio de Janeiro, em 1941, realizada por quatro jangadeiros cearenses: mestre Jerônimo (Jerônimo André de Souza), Jacaré (Manoel Olímpio Meira), Tatá (Raimundo Correia Lima) e Mané Preto (Manuel Pereira da Silva). Eles percorreram os 2.380 km que separam (por mar) as duas cidades para apresentar ao então presidente da República, Getúlio Vargas, a reivindicação de direitos trabalhistas para a profissão do pescador artesanal.

Nas pescarias, as jangadas deslocam-se até 60 km em direção ao mar alto, chegando a áreas com profundidades de até 100 m. Existem dois tipos de viagens: as diárias, chamadas pelos pescadores de "ir e vir", nas quais eles partem de madrugada ou

ao amanhecer e retornam à tarde, e as de "dormida", que podem durar até seis dias. Os jangadeiros conduzem suas embarcações às áreas pesqueiras desejadas aproveitando os ventos fortes do litoral e suas estratégias de orientação baseiam-se no conhecimento da posição do Sol, do regime de ventos e de marcas visíveis do litoral.

Hoje, muitos mestres de barco já utilizam recursos modernos, como aparelhos de posicionamento global (GPS), que facilitam a navegação e permitem localizar com grande precisão às áreas pesqueiras mais produtivas. A atividade, porém, ainda tem riscos: ventos fortes e tempestades súbitas podem virar as embarcações ou avariar as velas, e os pescadores podem cair e desaparecer no mar. Existem muitos casos de resgate de barcos avariados ou pescadores após dias de busca. Outro perigo é o de choques com embarcações motorizadas de grande porte, principalmente à noite. Quase todos os jangadeiros que atuam há muitos anos passaram, durante sua vida, por momentos de grande dificuldade no mar.

Os carpinteiros artesanais

As embarcações a vela usadas na pesca, na costa do Nordeste, são construídas por carpinteiros artesanais (figura 1), Estes, em sua maioria, são analfabetos ou semianalfabetos, mas têm o conhecimento prático para a construção de verdadeiras obras de arte flutuantes de perfeita simetria, que resistem à passagem do tempo, ao mar e às intempéries. Os barcos apresentam vida útil média superior a 20 anos, mas para isso precisam de reformas periódicas (para reparos de partes maiores ou manutenção) também realizadas por carpinteiros. Pequenos consertos são feitos pelos próprios pescadores.

Os carpinteiros artesanais aprendem o ofício com outros mais antigos e as técnicas de construção perpetuam-se apenas em suas memórias, já que não é feito qualquer tipo de registro. Não se sabe quantos desses carpinteiros existem no Ceará, como estão distribuídos ao longo das comunidades do litoral, qual a origem de cada modelo de embarcação ou mesmo com quem aprenderam. O resgate dessa riqueza cultural ainda depende de pesquisas históricas e etnográficas, associadas a estudos sobre as técnicas construtivas e o tipo de madeira usados em cada modelo e em cada seção do barco, os materiais e as características das velas e as ferramentas necessárias, além do custo e do tempo de construção.

As antigas jangadas eram construídas com troncos de piúba, ou pau-de-jangada (*Apeiba tibourbou*), madeira resistente à água e de alta flutuabilidade, mas a partir de 1944 vêm sendo gradativamente substituídas pelas jangadas de tábua e pelos paquetes, em uma bem-sucedida evolução do desenho naval, apesar da pouca instrução dos construtores.

Outros tipos de embarcações a vela também contribuem para a produção de pescado, mas diferem da jangada na forma de construção do casco, sendo chamadas de botes ou canoas (figura 2). De acordo com as praias de origem e o modelo de construção, esses barcos têm características distintas. Os principais são o bote bastardo, o bote a vela, o bote de Icapuí, a canoa da Baleia, a canoa de Paracuru e a canoa de Bitubitá, entre outros.

Jangadas e paquetes são muito semelhantes. Ambas têm o fundo chato, em vez da quilha, e a principal diferença é o tamanho: o paquete tem até 5,9 m de comprimento, é tripulado por três pessoas e normalmente pesca no sistema de 'ir e vir'. A jangada é maior, tem um 'porão' para guardar alguns materiais e permite a pesca de 'dormida'. Sua tripu-

FOTOS DE M. S. C. BRAGA

Figura 1. Carpinteiro artesanal construindo um barco a vela na praia da Baleia, no município cearense de Itapipoca

FOTOS (A,C E D) DE M.S. C. BRAGA/FOTO (B) STUART FRANKLIN / MAGNUM PHOTOS/LATINSTOCK

Figura 2. Além da jangada atual, feita de tábuas e de fundo chato (A), que substituiu as antigas jangadas feitas com troncos da árvore piúba (B), outros tipos de embarcações são usados pelos pescadores cearenses, como o paquete (C), semelhante à jangada, mas de tamanho menor, e canoas (D), feitas de tábuas e com quilha

lação varia de três a cinco pescadores e suas características proporcionam maior autonomia no mar.

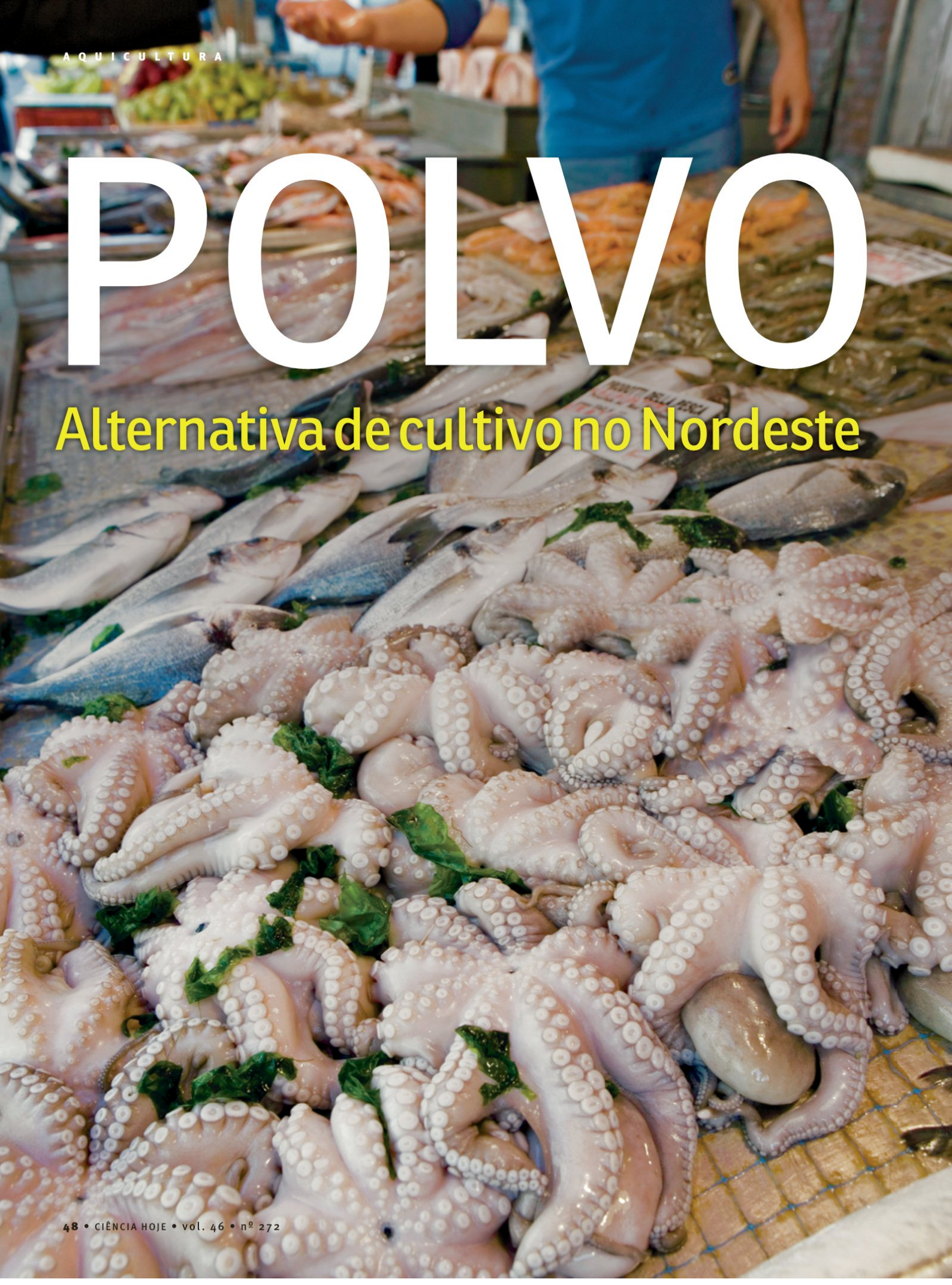
As canoas, também de madeira, têm casco com quilha, mas sem convés, e levam de três a seis pescadores em viagens de até três dias, tendo tamanho e formato diferentes dependendo da localidade. Já os botes bastardos, semelhantes aos botes a vela, diferem no tipo de mastro (fixo no bastardo e móvel no outro), são típicos do município de Camocim, no litoral oeste, o maior produtor de pescado do Ceará. Ali, é comum a vista de centenas de embarcações ancoradas ao longo da avenida Beira-Mar, cenário que está sob análise do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional para a concessão do título de 'paisagem cultural brasileira'.

No município de Icapuí, no litoral leste cearense, a praia de Redonda destaca-se pela grande quantidade de embarcações a vela. A palavra indígena *icapuí* significa 'canoa veloz', mas atualmente sua frota veleira é composta principalmente de botes de Icapuí, diferentes dos botes de outras regiões do estado. Os de Icapuí são mais largos e mais adaptados à pesca da lagosta.

A jangada propicia aos pescadores, apesar da vida dura e incerta, uma vida independente e a manutenção de sua autenticidade: eles são os próprios patrões e escolhem os dias em que vão pescar, levando em conta a experiência adquirida no trabalho cotidiano no mar. O vento, a fonte de energia que move seus barcos, está à disposição de todos, sem custos, bastando abrir a vela, o que permite acreditar que essas embarcações singulares continuarão a fazer parte da paisagem dos verdes mares do Ceará por muito tempo, contrariando as muitas previsões pessimistas já anunciadas sobre o futuro dos jangadeiros. ■

POLVO

Alternativa de cultivo no Nordeste



O consumo de carne de polvo é pequeno, no Brasil, mas em outros países esse animal é uma iguaria muito apreciada, o que tem estimulado tentativas de criação em cativeiro. O cultivo do polvo ainda apresenta algumas dificuldades técnicas, mas vêm sendo realizados estudos para encontrar soluções que tornem essa atividade mais rentável. No Brasil, pesquisas indicam que pode ser uma importante fonte de renda no litoral do Nordeste, onde as águas costeiras oferecem as condições adequadas.

Raúl Malvino Madrid
Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará
e *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama/Ceará)*

Os polvos, moluscos marinhos sem estruturas rígidas internas, têm oito braços equipados com ventosas e pele capaz de rápidas mudanças de cor. São conhecidas atualmente cerca de 300 espécies desses animais, que medem de 5 cm a mais de 5 m de comprimento e se alimentam de crustáceos, outros polvos e ocasionalmente peixes. Os polvos fazem parte da dieta humana desde tempos antigos, principalmente a espécie *Octopus vulgaris*, comum em águas tropicais, subtropicais e temperadas, o que tem incentivado muitas tentativas de criação em cativeiro.

As últimas estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) mostram que a captura de polvo no mundo vem sofrendo seguidas reduções, exceto na China. Em 2007, a produção mundial foi de 241 mil toneladas, 30% a menos que a de 1999, de 345 mil toneladas. Assim, para que o atual consumo por pessoa se mantenha ou aumente, a única alternativa é recorrer à aquicultura. Solucionados os problemas tecnológicos ainda existentes, o polvo certamente estará entre as 10 espécies aquáticas marinhas mais cultivadas do mundo. Alguns pesquisadores acreditam que pode alcançar rapidamente o segundo lugar entre as espécies marinhas de cultivo, superado apenas pelas ostras.

Essa previsão tão favorável baseia-se na fácil adaptação das espécies de polvo ao cativeiro e na alta taxa de conversão do alimento ingerido em massa corporal, quando alimentados com suas presas naturais, como caranguejos. Os polvos chegam a incorporar a seu corpo mais de 50% do alimento ingerido, enquanto em outros invertebrados esse índice é de 30%. Ao atingir o estágio juvenil, o polvo duplica seu peso a cada mês, o que representa uma grande vantagem em relação a espécies muito cultivadas mundialmente, como o camarão e o salmão.

Além dessas características favoráveis, o polvo tem elevada fecundidade e alto rendimento em carne. A fêmea produz de 100 mil a 500 mil ovos em sua única postura, e tanto ela quanto o macho morrem pouco depois do ato reprodutivo. O rendimento em carne alcança cerca de 90% da massa corporal do polvo, contrastando com o rendimento de 7% em ostras, 15% em caranguejos, 35% em tilápias, 35% em camarões e 39% em lagostas. Outro aspecto relevante é o alto preço que a carne de polvo tem nos mercados internacionais, principalmente na Coreia, na Itália e na Espanha.

As únicas estruturas rígidas do corpo do polvo são as mandíbulas, conhecidas popularmente como bico, que representam cerca de 1% do peso total. Em moluscos bivalves (com duas conchas, como ostras e mexilhões), crustáceos (como camarões e caranguejos) ou mesmo em peixes, a participação das partes rígidas (conchas, carapaças e esqueleto, respectivamente) no peso total é significativamente maior.

FOTO MARTIN CHILD/ROBERT HARDING/LATINSTOCK

Barco da frota especializada na captura de polvos, sediada no município de Itarema, no norte do Ceará

Iguaria apreciada

Todas essas vantagens comparativas deveriam impulsionar o cultivo desse molusco marinho em nível mundial, mas, mesmo com todos os avanços tecnológicos, ainda existem dificuldades, em especial na obtenção de uma reprodução induzida que torne economicamente viável a criação do polvo em cativeiro. O principal 'gargalo' desse cultivo está na mudança que ocorre quando a paralarva (primeira fase do ciclo de vida do polvo) muda sua alimentação, após consumir o vitelo presente no ovo, passando a capturar presas externas. É nesse momento que ocorre grande mortalidade, inviabilizando a criação a partir de ovos.

Além disso, a engorda de juvenis de polvo com alimentos processados (rações) não tem mostrado bons resultados. O crescimento dos polvos é mais rápido quando este é alimentado com crustáceos, moluscos e/ou peixes. Para tentar resolver esses problemas, uma rede de pesquisadores de várias partes do mundo investiga as características e o comportamento de *O. vulgaris*, visando desenvolver novos métodos que aperfeiçoem a criação em cativeiro. No México, estudos realizados com a espécie *Octopus maia*, nativa daquele país, têm permitido, embora a produção ainda seja incipiente, o ciclo completo de cultivo.

O polvo é uma iguaria gastronômica sofisticada e apreciada em países que se destacam por culinárias requintadas, como Japão, Itália, Grécia, Portugal e Espanha. Nesse último, na região da Galícia, o polvo é tão popular quanto a feijoada no Brasil. Sua carne apresenta ainda, segundo estudos científicos, propriedades nutricionais e terapêuticas, que o tornam uma promissora alternativa para diversificar a pesca e a aquicultura e, em consequência, melhorar a renda das populações costeiras.

O litoral do Ceará, com mais de 500 km, apresenta condições favoráveis para a criação do polvo. Hoje, a única frota das regiões Norte e Nordeste com embarcações dedicadas apenas à captura desse molusco atua no município cearense de Itarema. O polvo que ocorre prioritariamente nos mares do Nordeste, porém, não é *O. vulgaris*, como se acreditava. Em 2008, a bióloga e oceanógrafa Tatiana Silva Leite, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e colaboradores identificaram o polvo como uma nova espécie, batizada de *Octopus insularis*. Embora muito semelhantes na aparência, no odor e na textura, *O. insularis* é um pouco mais robusto, tem braços menores e pele mais grossa que *O. vulgaris*.

Ao avaliar o sabor e as propriedades das duas espécies, um chefe de cozinha de uma grande empresa de serviço alimentar da Europa afirmou que eram similares em odor e textura, tanto crus quanto cozidos, e que *O. insularis* tem um sabor mais tênue. O fato dessa nova espécie ter os braços mais curtos e mais robustos é um atributo muito valorizado na culinária japonesa.

Atualmente, o Instituto de Ciências do Mar (Labomar) realiza pesquisas sobre a engorda de juvenis de *O. insularis*, em laboratório e em gaiolas no mar, empregando alimento natural e processado. Uma pesquisa de aceitação promovida pelo Labomar com chefes de cozinha de restaurantes de Fortaleza verificou que o polvo é muito solicitado, por causa do sabor requintado. Os chefes disseram que uma forma de estimular o consumo seria garantir uma oferta constante do produto e fazer campanhas de popularização do consumo dirigidas aos consumidores.

Com esse objetivo, o Labomar promoveu a vinda ao Ceará de um chefe de cozinha da Escola de Gastronomia de Právia, nas Astúrias (Espanha), para ministrar, na cozinha do Serviço Nacional do Comércio (Senac), em Fortaleza, dois cursos sobre culinária de produtos do mar, com ênfase no polvo. Dos 40 alunos, um número bem reduzido sabia como prepará-lo. Também foi realizada uma degustação de 10 pratos feitos à base de polvo com os proprietários dos 15 principais bufês de Fortaleza.

A carne de polvo, entretanto, ainda não faz parte da alimentação cotidiana dos brasileiros. O consumo de polvo no país é de apenas 8 g por pessoa, por ano, média insignificante quando comparada às estimadas para Espanha (760 g anuais por habitante), Japão (980 g), Grécia (1,2 kg), Itália (1,4 kg) e Portugal (1,7 kg). Assim, apesar do potencial de aproveitamento desse molusco como recurso alimentar (em restaurantes e pela população em geral), ainda são necessárias pesquisas que viabilizem sua criação em cativeiro, além de trabalhos voltados para sua popularização. ■

MEDICINA Implante coclear completa 20 anos no Brasil com avanços e 2 mil pessoas atendidas por ano

Ouvido biônico

Até 1990, a única opção para melhorar a situação de pessoas com perda profunda e severa da audição era a utilização de aparelhos auditivos. Em muitos casos, especialmente os de pessoas totalmente surdas, esses aparelhos não funcionavam. Foi quando, nesse mesmo ano, a primeira cirurgia de implante coclear multicanal foi realizada no país. Desde então, 20 anos se passaram, durante os quais essa cirurgia passou a ser feita em vários hospitais brasileiros e a tecnologia do implante foi aperfeiçoada.

"Quando o implante coclear passou a ser feito no mundo inteiro, inclusive no Brasil, os serviços de otorrinolaringologia ainda estavam numa fase inicial", conta o médico Orozimbo Costa Filho, do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (Centrinho-USP). O Centrinho é um dos 19 centros no Brasil que realizam a cirurgia de implantação do chamado 'ouvido biônico'.

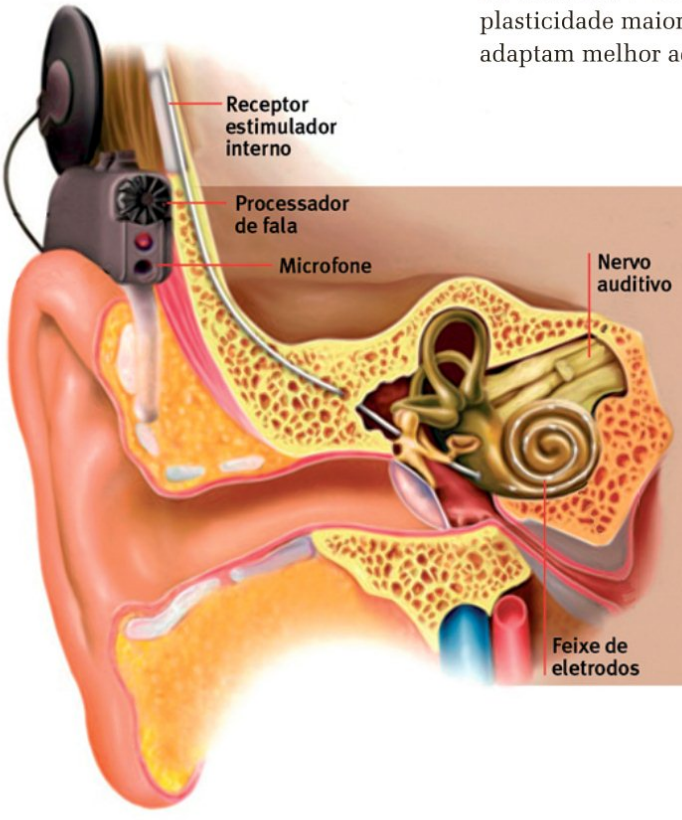
Segundo o médico, nessa fase inicial, a cirurgia era realizada somente em adultos. Hoje, já padronizada, ela é realizada em cerca de 2 mil pessoas por ano, no Brasil, inclusive em crianças. No mundo, 120 mil pessoas utilizam o implante. Com o desenvolvimento tecnológico, também bebês começaram a ser operados para receber o implante. Para isso, foi necessário que se tornasse possível detectar a deficiência auditiva logo após o nascimento.

"Atualmente, são as crianças pequenas as que mais recebem o implante, além de serem elas as que mais se beneficiam dele", explica Costa Filho. Motivo: como, na infância, o cérebro tem uma plasticidade maior, as crianças se adaptam melhor ao implante e às consequências que ele acarreta.

Outros elementos que se aperfeiçoaram nestes 20 anos foram o formato do próprio implante e a percepção auditiva do paciente após a cirurgia. "O ouvido biônico não é como a audição normal de uma pessoa", comenta o médico. "Ele permite que o indivíduo tenha percepção da fala, e é esse o objetivo." Ou seja: uma pessoa com o implante coclear consegue ouvir o que alguém fala, mas é mais difícil para ela, por exemplo, distinguir as variadas nuances de uma música.

Como a mudança da percepção do paciente após a cirurgia é muito abrupta, o ideal é que ela seja acompanhada de uma equipe multidisciplinar, com fonoaudiólogos, pediatras e psicólogos, além dos cirurgiões e anestesistas. No Centrinho-USP, todas as despesas são pagas pelo governo, por meio do Sistema Único de Saúde (SUS).

Isabela Fraga
Ciência Hoje/RJ



COMO FUNCIONA

Embora tenha sofrido avanços consideráveis nesses 20 anos de existência, o implante coclear tem uma composição padrão: um dispositivo interno e um externo. Este é formado por um microfone, um *chip* e uma antena. O *chip* processa o sinal elétrico captado pelo microfone. A antena, em seguida, transmite por radiofrequência esse sinal para a antena interna. Esta passa o sinal para o *chip* interno, que o codifica para estimular diretamente os nervos dentro do ouvido interno. Estimulados, esses nervos disparam sinais para o córtex cerebral, e a audição é processada.

ECOLOGIA Análise genética de sapos revela que mata atlântica pode ter resistido à era do gelo

À prova de frio

A mata atlântica pode não estar resistindo à ação humana, mas ela conseguiu sobreviver, em alguma extensão, à era do gelo. Pelo menos é o que sugere um estudo realizado por pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro (SP). Eles analisaram o perfil genético de um grupo de sapos que habita todo o bioma e descobriram que, no Rio Grande do Sul, as linhagens genéticas são mais antigas do que se esperava. Isso indicaria que seu hábitat, a mata atlântica, existia nessa região durante a última era glacial, 12 mil anos atrás. Os resultados contradizem os de outro trabalho, publicado na revista norte-americana *Science*.

A pesquisa começou em 2007 como tema da tese de doutorado da bióloga Maria Tereza Chiarioni Thomé. O objetivo era estudar a evolução do grupo de sapos *Rhinella crucifer*, nativo e amplamente distribuído na mata atlântica, e também obter informações sobre o bioma por meio dessa história evolutiva. Os pesquisadores começaram os estudos averiguando a diversidade genética do grupo, composto por cinco espécies aparentadas que, até há pouco tempo, eram consideradas a mesma espécie. "Os resultados mostraram que a linhagem mais antiga estava localizada na região mais ao sul do bioma, ao contrário do que se esperaria segundo a hipótese publicada na *Science*", constata Thomé.

Ela conta que, segundo as pesquisas na área, a mata atlântica teria sofrido grande fragmentação por conta das alterações climáticas na era do gelo, tendo sido extinta ao sul do estado de São Paulo durante esse período. Isso teria levado à extinção de populações animais que dependiam de seu hábitat para sobreviver. Assim, o esperado seria encontrar linhagens genéticas mais recentes nessa região, provenientes de um processo de recolonização a partir de áreas mais ao norte, que permaneceram mais estáveis, como refúgios. "Esperávamos detectar um alto grau de parentesco dos animais que hoje ocupam o sul com os do norte, mas não foi o que vimos. Isso acabou virando o tema principal desse artigo", afirma a bióloga.

FRANCISCO BRUSQUETTI

A *Rhinella ornata* é uma das espécies que formam hoje o grupo *Rhinella crucifer*, o foco da pesquisa

Relógio molecular

Os pesquisadores analisaram 65 indivíduos pertencentes ao grupo da *Rhinella crucifer*. Eles usaram sequências de DNA mitocondrial e do núcleo para criar árvores filogenéticas, que revelam o grau de parentesco entre as espécies. Esses dados permitiram criar um relógio molecular para datar eventos e a idade das linhagens. "As mutações são eventos raros e que ocorrem com uma frequência razoavelmente conhecida. Por isso, a partir de sua quantidade, podemos estimar a idade de uma linhagem. Quanto mais mutações, mais antiga a espécie é", explica Thomé.

MARIA TEREZA CHIARIONI THOMÉ

Pesquisa da Unesp contraria trabalho sobre mata atlântica gaúcha publicado na *Science*

Além das informações genéticas, os cientistas também utilizaram dados sobre os pontos de ocorrência dos animais para construir modelos matemáticos com base em cenários sobre os climas passados (paleoclimáticos) para saber como essas espécies estariam distribuídas naquela época. "São dados bem diferentes, mas que podem ajudar muito quando combinados com os dados genéticos", diz a bióloga. O resultado surpreendeu os pesquisadores, pois mostrava a presença dessas espécies em regiões onde a mata atlântica teria sido destruída. "Isso contradiz o outro estudo, pois, se os animais estavam lá, então o seu hábitat também estava", esclarece Thomé.

Ela afirma que há pouca chance de os animais terem migrado para outra área e retornado quando a mata atlântica tivesse se reestruturado já que eram pequenos e, diferentemente dos grandes mamíferos, têm pouca capacidade de dispersão. Thomé acredita que a diferença entre os seus resultados, publicados na revista *Molecular Phylogenetics and Evolution*, e os do artigo da *Science* seja exatamente isso – uma diferença. "Isso indica que a mata atlântica é uma região muito mais complexa e que não podemos explicar o surgimento dessa enorme diversidade com uma única teoria. Ela pode ser aplicada a alguns animais, o que já é importante, mas não a todos", conclui a bióloga, que continuará estudando os sapos *Rhinella crucifer* e tentando encontrar mais pistas sobre processos de diversificação no bioma.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

A esquizofrenia ganhou visibilidade por ter afligido o matemático norte-americano John Nash, agraciado com o Nobel de Economia em 1994. Na foto, Nash fala em um simpósio na Universidade de Colônia, Alemanha, em 2006

FOTO ELKE WETZIG/WIKIMEDIA COMMONS

NEUROCIÊNCIA

AVANÇO NA COMPREENSÃO DA ESQUIZOFRENIA

A esquizofrenia é uma doença mental crônica que afeta aproximadamente 1% da população mundial. Até agora, acreditava-se que ela afetasse homens e mulheres de igual modo. Mas um novo resultado de pesquisa, obtido pelo biólogo brasileiro Daniel Martins-de-Souza, do Departamento de Engenharia Química e Biotecnologia da Universidade de Cambridge, Inglaterra, sugere que isso não é tão verdadeiro quanto se pensava. Em artigo publicado no *Journal of Psychiatric Research*, Martins-de-Souza relata que homens e mulheres que sofrem de esquizofrenia apresentam diferentes padrões de regulação do conjunto das proteínas produzidas pelo cérebro.

"Ainda não se pode afirmar categoricamente que a doença se manifeste de forma diferente nos dois sexos, mas a patogênese pode tomar rumos diferentes, tendo posteriormente um mesmo fim", diz o biólogo. O resultado, obtido por meio da análise *post mortem* de tecidos cerebrais de pessoas saudáveis e portadoras da doença, é mais um importante avanço na compreensão da esquizofrenia, que, embora muito estudada, ainda é obscura para os cientistas. A recente constatação é uma nova etapa das pesquisas do biólogo brasileiro, iniciadas na Universidade Estadual de Campinas e na Universidade de São Paulo e desenvolvidas no Instituto Max Planck de Psiquiatria, na Alemanha.

PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CIENTÍFICO • O Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast), no Rio de Janeiro, inaugurou em 1º de junho último o Prédio para Pesquisa e Preservação do Patrimônio Histórico Brasileiro de Ciência e Tecnologia. O novo espaço tem o objetivo de ampliar a atuação do museu nas áreas de pesquisa, preservação de acervos e divulgação da ciência e tecnologia no país. Ele incluirá ainda o Laboratório de Conservação e Restauração de Papel (Lapel) e o primeiro laboratório da América Latina especializado em preservação de instrumentos científicos históricos, o Laboratório de Conservação de Objetos Metálicos (Lamet).

CAMPEÕES EM DESMATAMENTO • Dados preliminares da sexta edição do *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica* revelam que Minas Gerais foi o estado que mais desmatou entre 2008 e maio de 2010. De acordo com o estudo, realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), foram suprimidos 12.524 hectares de floresta nativa somente em território mineiro. O número pode estar ligado à expansão da agropecuária e da produção de carvão vegetal. Logo atrás, na lista, estão Paraná e Santa Catarina. Nove estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste foram avaliados durante o levantamento. Ao todo, foram desmatados 20.867 hectares de mata atlântica, o que equivale à metade do município de Curitiba.

ENGENHARIA ELÉTRICA Coppe lança primeiro ônibus urbano movido a hidrogênio do hemisfério Sul

Limpo e silencioso

Em vez de ônibus barulhentos, sujos e poluidores, veículos silenciosos, ambientalmente limpos e econômicos: eis o futuro do transporte público urbano. Ao menos é o que se pode depreender de iniciativas como a do Instituto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe/UFRJ), que lançou, em maio último, o primeiro ônibus urbano movido a hidrogênio do hemisfério Sul com tecnologia nacional.

À primeira vista, parece um ônibus urbano convencional: ar-condicionado, lugar para 29 pessoas sentadas, 40 de pé, espaço para deficiente físico e 300 km de autonomia. Diferentemente dos chamados 'busões', no entanto, o ônibus da Coppe não utiliza diesel (um derivado do petróleo) como combustível.

Sua tração provém de três fontes de energia: conexão à rede elétrica comum, para carregar baterias; frenagem regenerativa – ou seja, a transformação em energia elétrica da energia cinética perdida em qualquer redução de velocidade; e a chamada pilha combustível, um equipamento alimentado por hidrogênio e oxigênio do ar. Com tecnologia totalmente nacional, o projeto também é importante para internalizar no país os conhecimentos avançados de tecnologia que vão ser bastante necessários num futuro próximo.

O combustível do futuro

Embora uma parte significativa da energia utilizada pelo ônibus – tanto no seu funcionamento motor como em atividades complementares (abrir e fechar portas, ar-condicionado etc.) – venha da ligação à rede elétrica, a participação do hidrogênio no seu funcionamento tem uma importância grande. "A pilha combustível vai representar para o século 21 o que o computador representou no século 20", compara o engenheiro Paulo Emílio de Miranda, coordenador do projeto que desenvolveu o ônibus.

A partir do hidrogênio armazenado a bordo em cilindros e do oxigênio do ar, a pilha promove uma reação eletroquímica que produz eletricidade e vapor d'água. No final das contas, cabe a comparação: enquanto, em um

Com tecnologia totalmente nacional, o ônibus elétrico híbrido a hidrogênio da Coppe ainda é caro. No entanto, estima-se que em 10 anos seu preço vai se equiparar ao do ônibus tradicional, com motor a combustão

CRÉDITO: DIVULGAÇÕES COPPE/SOMAFOTO

ônibus convencional, o rejeito é monóxido de carbono, no ônibus elétrico híbrido a hidrogênio, o resíduo é água. O resultado também é vantajoso aos ouvidos: por não haver motor a combustão, o ônibus, ao se locomover, é silencioso.

A ligação à rede elétrica e a frenagem regenerativa são sistemas já utilizados por outros veículos desenvolvidos pela Coppe, como o ônibus totalmente elétrico e o veículo elétrico híbrido a álcool. O pioneirismo está na utilização de hidrogênio como fonte de combustível – mais complexa do que os outros dois sistemas –, assim como no sistema inteligente de gerenciamento da energia a bordo. Este permite que as três fontes de energia sejam utilizadas de acordo com a necessidade do ônibus, uma vez que não há fonte específica para cada parte do funcionamento.

Custos

Uma das críticas feitas a projetos que utilizam o hidrogênio como combustível é o alto custo de fabricação destes, o que tornaria inviável a produção industrial e consumo em massa desses produtos. Apesar de, inicialmente, essa tecnologia ainda ser mais cara que a convencional (cerca de quatro vezes, segundo Miranda), em longo prazo o cenário tende a mudar. "Tudo o que se faz em protótipo, como o nosso ônibus, é muito mais caro do que a produção em massa", observa o engenheiro.

Miranda explica que, atualmente, a tecnologia do uso de motor de tração elétrico com pilha combustível alimentada com hidrogênio ainda é mais cara que a convencional. "Isso acontece porque ela não é utilizada em larga escala", esclarece ele. No entanto, a pilha combustível é mais econômica em relação à manutenção em longo prazo. "Quando ela começar a ser fabricada em larga escala, o custo de investimento inicial vai ser menor." Miranda estima que, em uma década, os preços entre a tecnologia convencional e a pilha combustível se equiparem.

De qualquer forma, no projeto coordenado por Miranda, a pilha combustível só é acionada após o ônibus ter consumido parte da carga das outras fontes. Somada a outros fatores, essa característica possibilitou que a pilha fosse mais leve e simples que a usada em veículos similares, reduzindo o peso e custo de produção.

Até as Olimpíadas?

Segundo a assessoria do instituto, este mês o veículo já estará circulando na Cidade Universitária. No segundo semestre, está prevista sua operação pela empresa Real em uma linha que liga os aeroportos Santos Dumont e Antônio Carlos Jobim. Espera-se que, até a Copa do Mundo de 2014 ou as Olimpíadas de 2016, o ônibus já circule normalmente pela cidade, como uma opção sustentável de transporte público.

"O melhor de tudo é que nós não copiamos um sistema feito fora, mas avançamos e melhoramos sistemas anteriores de outros países", comenta Miranda.

Quem quiser ver o ônibus em funcionamento, basta assistir ao vídeo publicado na *CH On-line* pelo endereço: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2010/271/limpo-e-silencioso.

Isabela Fraga
Ciência Hoje/RJ

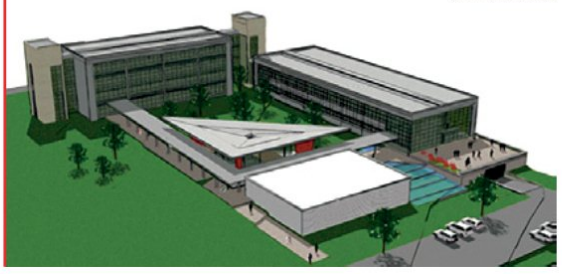
PARTÍCULAS ELEMENTARES NAS ESCOLAS • **Depois de ser lançado em livro pela editora Unesp e ter sido adaptado para televisão pela TV Cultura, *O discreto charme das partículas elementares*, de Maria Cristina Abdalla, será distribuído, em DVD, aos estudantes de ensino médio da rede pública pelo Ministério da Educação. Além de mil DVDs, também será dada atenção aos professores, que poderão se capacitar e dispor de material de apoio. Abdalla, do Instituto de Física Teórica da Unesp, explica de forma lúdica e acessível as concepções da física das interações fundamentais.**

CONTROLE REMOTO DE LUZ SÍNCROTRON • **O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) realizou com sucesso seu primeiro experimento com operação remota no dia 2 de junho último. Pesquisadores no Rio de Janeiro fizeram experimentos à distância no LNLS, em Campinas. A conexão ocorreu por meio do projeto Giga, que permite transmissões de 1 Gbps e é parte do projeto LabWeb, que permitirá que pesquisadores-usuários tenham acesso remoto aos equipamentos de pesquisa e compartilhem informações.**

FIOCRUZ EM BRASÍLIA • **A Fiocruz inaugurou em junho último uma unidade localizada no *campus* da Universidade de Brasília (UnB). Com a iniciativa, tem início oficialmente as atividades da Escola de Governo em Saúde (EGS), criada para capacitar os servidores públicos federais da área da saúde e também de áreas correlatas (como planejamento, educação e meio ambiente, por exemplo), em cursos de mestrado e mestrado profissional, especialização, atualização e aperfeiçoamento. Com capacidade para receber até 700 alunos, a EGS terá, ainda, a missão de viabilizar parcerias nos campos da pesquisa e do ensino com instituições locais, como a própria UnB, e também com o governo distrital.**

DIVULGAÇÃO

Maquete da nova unidade da Fiocruz em Brasília



BIOLOGIA Exposição retrata biodiversidade dos liquens no Rio Grande do Sul

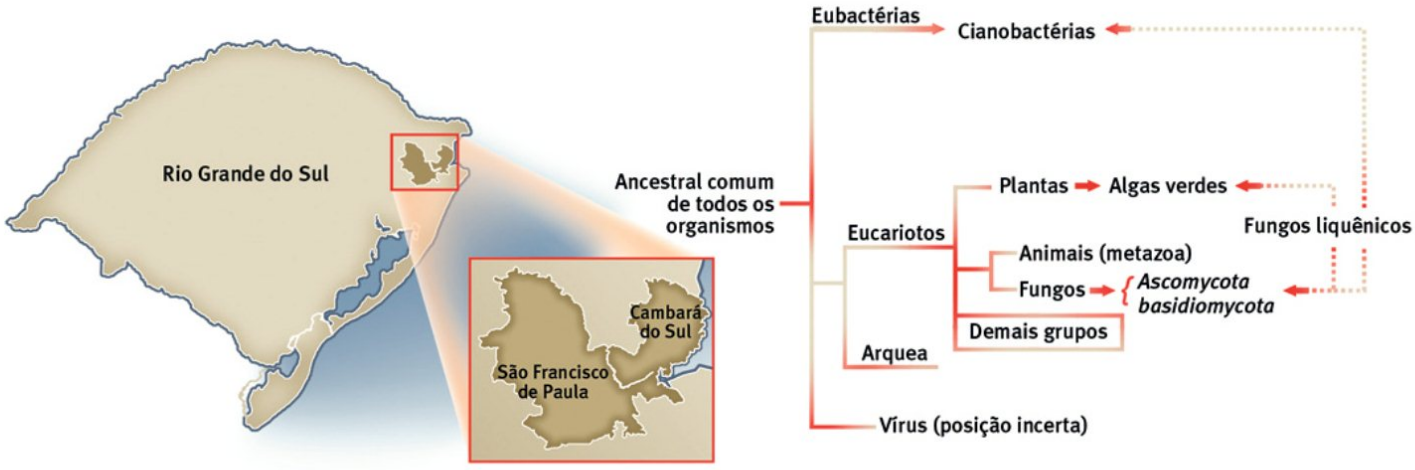
Curiosidades da floresta de araucária

Dentro das atividades que celebram o Ano Internacional da Biodiversidade, o Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) inaugurou, em maio último, exposição sobre a Biodiversidade dos Fungos Liquênicos (Liquens) da Floresta de Araucária do Rio Grande do Sul. O objetivo é levar a professores e estudantes de todo o país mais informações acerca desse grupo que ainda é pouco estudado no território nacional.

A curadora da Liquenoteca do MCT, a professora Carmen Suzana Martins, destaca que muitas das espécies existentes no estado ainda são desconhecidas pela ciência, principalmente porque o interesse pelo assunto está restrito a poucos pesquisadores. "Em meados de 1980, antes mesmo da inauguração do MCT, comecei a me interessar e a coletar alguns exemplares de liquens durante as expedições que fazíamos. Naquela época, praticamente ninguém sabia o que eram aquelas estruturas", recorda.

Com o objetivo de identificá-las, as coletas foram enviadas ao Museu de História Natural do Uruguai. Foi na instituição que

FOTOS DE CARMEN S. A. MARTINS (A) E ADRIANO SPIELMANN (B, C E D)



Municípios onde foram coletados os fungos liquênicos da Floresta de Araucária do Rio Grande do Sul. O esquema mostra a posição dos fungos liquênicos entre os demais seres vivos (as hipóteses de parentesco ainda estão em estudo)

Os estudos sobre liquens foram realizados na Floresta de Araucária (A), em São Francisco de Paula (RS). Nos ramos de árvores dessa área (B), foram encontrados alguns fungos liquênicos fruticulosos ou ramificados, como os dos gêneros *Teloschistes* (de cor laranja) e *Usnea* (de cor esbranquiçada). Outros organismos observados foram o basidiolíquen folioso *Dictionema glabratum*, antes conhecido como *Cora pavonia* (C), e o ascolíquen crostoso *Herpothallon rubrocinctum* (sinônimo de *Cryptothecia rubrocincta*) (D)

Héctor Osório encontrou um exemplar citado pela primeira vez no Rio Grande do Sul e ainda confirmou a existência de outros. E assim deu-se início a coleção de fungos liquênicos existente no Herbário MPUC. Enriquecido ao longo dos últimos 30 anos por meio de expedições realizadas pelo Setor de Botânica da universidade, atualmente conta com 1.896 exemplares catalogados.

Vale destacar que parte significativa das amostras veio de doações feitas por estudiosos no assunto. Contribuíram de forma significativa com a coleção da floresta de araucária os professores Mariana Fleig, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Werner Grüninger, da Universidade de Tübingen, na Alemanha, e Suzana Mazzitelli, da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Composta, em sua maior parte, por matas naturais, a floresta de araucária está localizada a 900 metros de altitude. Esse ecossistema, além de fazer parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, forma um grande e relevante arco e corredor da biodiversidade ao longo das escarpas do planalto.

As fotografias e os exemplares presentes na mostra organizada pelo MCT representam o ecossistema encontrado nos municípios de São Francisco de Paula e Cambará do Sul – cidades localizadas na Floresta de Araucária, região onde pesquisadores já reconheceram 40 gêneros e 190 espécies. No museu, o estudante Alexandre Cristante Martins, por meio de bolsa de pesquisa, cooperou com a organização e informatização dessas espécies.

Por que estudar os liquens?

A alta complexidade presente na formação desse grupo e a facilidade com que são encontrados na natureza estão entre os motivos que levam os pesquisadores gaúchos a estimular mais estudos na área. Essas estruturas surgem nos mais variados tipos de substratos, climas, altitudes e latitudes do planeta, conseguindo sobreviver em condições de vida muito adversas devido à sua capacidade de dessecamento rápido, que oferece resistência a condições ambientais extremas de temperatura e luz.

Martins explica como isso é possível: "Os liquens são formados por um conjunto de reinos (monera com as cianobactérias, protistas com as algas unicelulares e fungos com ascomicetos e basidiomicetos); por isso, sua estrutura e atribuições também se alteram conforme os elementos que o compõem e o ambiente onde se desenvolvem. Isso faz com que cada um produza uma substância única, capaz de ser usada para as mais diferentes finalidades".

Dependendo da formulação desses componentes, eles podem ser usados na química e pela indústria farmacêutica, principalmente como atividade antibiótica. Além disso, os liquens servem como biomonitores e bioindicadores da qualidade do ar, devido à sua extrema sensibilidade a dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e ozônio (O_3).

Para Martins, esse conhecimento pode ser aprimorado a partir de sua disseminação e da elaboração de estudos mais aprofundados sobre o grupo. Quem tiver interesse em visitar a exposição pode fazê-lo até o final do ano no MCT, em Porto Alegre (RS).

Caroline Eidt
Especial para *Ciência Hoje*/RS

ARQUEOLOGIA Escavações revelam a maior concentração de estruturas subterrâneas do Brasil

Memória indígena

Arqueólogos do Instituto Anchietano de Pesquisas, da Universidade do Vale do Rio Sinos (Unisinos), em São Leopoldo (RS), estão desvelando um passado ainda desconhecido de nossa história. Recentemente eles encontraram estruturas subterrâneas que podem ter servido de moradia para povos antigos que habitavam o Sul do Brasil. Os sítios estão no interior de Santa Catarina, no município de São José do Cerrito, cerca de 300 km a oeste de Florianópolis. Ao observador desatento, são apenas buracos – de aproximadamente 20 m de diâmetro por 7 m de profundidade. Mas, para os estudiosos, trata-se de um legado arqueológico importante, com informações valiosas sobre povos que viviam nos planaltos sulinos no início da era cristã.

"Trabalho com estruturas subterrâneas desde a década de 1960, e esse é com certeza um dos sítios mais especiais que já vi", conta o padre Pedro Ignácio Schmitz, coordenador da pesquisa. É fácil entender o entusiasmo de Schmitz. É que os sítios encontrados até agora tinham apenas uma, no máximo duas casas. Mas o sítio de São José do Cerrito tem nada menos que 104 estruturas. São buracos dispostos de forma circular, estando todos eles a 400 m equidistantes do centro.

A hipótese mais aceita é a de que tais buracos funcionavam como sistemas de moradia. "Ainda não temos certeza disso, mas todos os indícios apontam nessa direção", pondera Schmitz. Os construtores dessas aldeias jamais desenvolveram sistemas de escrita, e hoje tudo o que sabemos sobre eles é baseado em vestígios materiais que deixaram. E, infelizmente, mesmo esses vestígios são escassos. "Não estamos encontrando qualquer tipo de objeto", lamenta o arqueólogo da Unisinos. Isso sugere que esses povos usavam artefatos construídos provavelmente em palha ou madeira, materiais que não resistem à ação do tempo.

FOTOS UNISINOS / DIVULGAÇÃO

Sítio arqueológico de São José do Cerrito (SC), onde foram encontradas 104 estruturas subterrâneas e parte de uma dessas estruturas onde supostamente ficaria a fogueira

De Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, já foram identificadas centenas de estruturas subterrâneas semelhantes às encontradas pelos pesquisadores da Unisinos. Os arqueólogos supõem que esses buracos tenham servido de moradia para povos tradicionais

Colonizadores do Sul

Acredita-se que os responsáveis por essas construções tenham sido grupos indígenas oriundos do planalto central – que, paulatinamente, foram migrando para as terras sulinas. Esse êxodo deve ter acontecido nos primeiros séculos de nossa era, e é provável que, por volta do ano 600, territórios que compreendem hoje Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul já estivessem ocupados por esses povos.

"É interessante notar que a história de migração desses grupos acompanha a história de migração do pinheiro araucária [*Araucaria angustifolia*]", destaca Schmitz. "Graças a estudos de sedimentos do pólen dessa árvore, sabemos que ela era abundante nos planaltos do Brasil central e, aos poucos, foi se disseminando para terras meridionais, onde hoje predomina", relata o arqueólogo. Segundo ele, foi exatamente essa a rota migratória seguida pelas populações que construíram as estruturas subterrâneas recém-descobertas. "Imaginamos, portanto, que o pinhão era fundamental para seu sustento", conclui.

Do ponto de vista étnico, estudiosos supõem que as aldeias subterrâneas foram construídas por uma civilização que deu origem às etnias caingangue e xoclengue, que descendem de um tronco comum. Prova disso é que ambas compartilham traços semelhantes em suas línguas, costumes e tradições. E, por longo tempo, tiveram o pinhão como alimento básico. A propósito, até o século 19 indígenas caingangues tinham o hábito de marcar o tronco de seus pinheiros com sinais próprios, indicando as árvores que pertenciam àquele grupo. Era uma forma de tentar proteger sua fonte de alimentação de eventuais invasores.

Hoje existem cerca de 25 mil índios caingangues no Brasil. Eles vivem nas terras altas que se estendem desde São Paulo até o Rio Grande do Sul e são um dos maiores grupos étnicos do país. Os índios xoclengues, por sua vez, são cerca de mil. Seu território restringe-se à reserva indígena Duque de Caxias, no município catarinense de Ibirama. É uma etnia à beira da extinção.

Henrique Kugler
Especial para *Ciência Hoje*/PR

INFORMÁTICA

PANORAMA VIRTUAL E MULTIMÍDIA

Imagine olhar para uma imagem de 360º da cidade por meio de um dispositivo e abrir uma janela com um vídeo explicativo sobre os pontos turísticos que você está observando. Agora isso é possível graças ao Visorama, um aparelho fruto de colaboração entre o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), ambos no Rio de Janeiro. Em 2006, os pesquisadores responsáveis transferiram a tecnologia para a empresa Digitok, criada na incubadora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). "Transformamos o Visorama em um produto, aprimorando o *design* e a eletrônica, criando um novo *hardware* e um *software* com diversos recursos multimídia", conta Ruben Zonenschein, diretor executivo da empresa.

O Visorama é uma espécie de binóculo que fica preso a braços articulados, permitindo que o usuário fique livre para olhar em qualquer direção. Em vez de mostrar uma imagem real por lentes, ele fornece ao usuário uma imagem panorâmica gerada pelo computador com altíssima resolução, da ordem de bilhões de pixels (gigapixels), o que permite a observação de detalhes mínimos. O aparelho segue os movimentos do usuário, para ajustar o que está sendo mostrado. Além disso, a visualização pode ser acompanhada de textos explicativos, vídeos, animações e áudio. A interatividade é complementada com botões de comando e de *zoom*.

"O Visorama combina realidade virtual e elementos multimídia para a visualização de imagens panorâmicas. Ele inclui também um leitor de código de barras para aplicações comerciais, possibilitando a compra de créditos para a operação", explica Zonenschein. O aparelho, já disponível comercialmente, pode ser utilizado em aplicações de entretenimento e cultura, além de turísticas. O preço da unidade é a partir de R$ 70 mil.

DIVULGAÇÃO/FOTO ANDRÉ PARENTE

ENTOMOLOGIA Colônias de formigas-lava-pés albergam novas espécies de invertebrados

Biodiversidade nos formigueiros

As formigas-lava-pés, também chamadas de formigas-de-fogo, são conhecidas pela dolorosa ferroada. Apesar da fama de agressivos, esses animais são capazes de conviver pacificamente com outros invertebrados dentro de seus próprios formigueiros. A descoberta é de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, que encontraram em colônias uma vasta biodiversidade de organismos – muitos deles de espécies raras ou desconhecidas –, incluindo besouros, lacraias, ácaros, traças, moscas, percevejos, aranhas, cupins e até outras formigas.

Para não serem reconhecidos, é comum os inquilinos adotarem uma espécie de 'disfarce químico', usando ceras das formigas hospedeiras. Segundo o biólogo Eduardo G. P. Fox, pesquisador do Laboratório de Entomologia Médica do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da UFRJ, as formigas identificam companheiras de colônia pelo olfato. Elas captam os odores da cera que recobre o corpo desses insetos. Ao habitarem as lixeiras e os cemitérios dos formigueiros, os inquilinos conseguem mimetizar esses odores, retirando hidrocarbonetos (compostos químicos que formam a cera) de restos de alimentos e cadáveres. "Observações nossas em laboratório mostram que essa estratégia é utilizada principalmente por algumas traças e besouros encontrados", conta Fox.

Por enquanto, foram inspecionados apenas formigueiros das espécies *Solenopsis invicta* e *Solenopsis saevissima* encontrados no Rio de Janeiro e em São Paulo. Mas os pesquisadores já obtiveram indícios de que os mirmecófilos (os inquilinos) geralmente mantêm relações de parasitismo ou mutualismo com as donas do território. Um exemplo é o achado, em conjunto com Eliana M. Cancello, do Museu de Zoologia da USP, de colônias de cupins pertencentes à subfamília Apicotermitinae. Como não há soldados entre esses indivíduos, a suspeita é que eles estejam usando as formigas para defesa.

FOTO: E. FOX

As formigas-lava-pés são muito agressivas e, à menor provocação, atacam com mordidas e ferroadas

FOTO: H. WISCH

Os pesquisadores se surpreenderam ao encontrar nos formigueiros, com frequência, percevejos escavadores, insetos raros e pouco estudados

FOTO: E. FOX

Besouros são os inquilinos mais frequentes nos formigueiros das formigas-lava-pés, onde são ignorados pelas hospedeiras

Até agora, foram encontradas 24 espécies de artrópodes associados aos formigueiros, das quais cerca de 10 ainda eram desconhecidas pela ciência. Uma espécie de traça, recentemente descrita pelos pesquisadores, recebeu o nome de *Allotrichotriura saevissima*. Também foram descobertos um novo gênero de cupins e uma nova espécie de mosca sem asas. "Apesar de pouco explorados em estudos, os formigueiros têm muito a contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade do Brasil", ressalta Daniel R. Solis, da Unesp.

Comuns em todo o território nacional, os formigueiros de lava-pés, nome popular dado a aproximadamente 20 espécies do gênero *Solenopsis*, caracterizam-se pela aparência de montinhos de areia, geralmente encontrados em jardins de casas e beiras de estrada. As formigas são avermelhadas e têm comprimento que varia de 2 mm a 1 cm. De acordo com estimativas da Unesp, dos cerca de 3.500 acidentes registrados por ano em clínicas de São Paulo com ferroadas de insetos, quase metade é causada por formigas-lava-pés.

Camilla Muniz
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA

CRIANÇAS NA MIRA DE DOENÇAS CARDIOVASCULARES

FOTO DANIEL ALEXANDRE

A dieta de crianças e adolescentes inclui cada vez mais alimentos industrializados e com excesso de sal, o que aumenta os riscos de problemas cardiovasculares no futuro

As doenças cardiovasculares são as que mais matam no mundo atualmente, segundo a Organização Mundial da Saúde. Mas não apenas os adultos estão sujeitos a esses males. Estudo recente, realizado na Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), avaliou por ultrassonografia a espessura da parede das artérias carótidas de 93 crianças e pré-adolescentes (de quatro a 14 anos) e apontou fatores de risco para alterações no sistema circulatório, como a aterosclerose. Essa doença se caracteriza pela redução do diâmetro dos vasos sanguíneos devido à formação de placas de gordura. A obstrução impede que o sangue circule adequadamente em várias partes do organismo, podendo causar infarto e acidente vascular cerebral, entre outros distúrbios.

A médica Ana Maria Verçoza, responsável pelo estudo, relata que 25% dos indivíduos pesquisados eram obesos e 19% apresentavam sobrepeso. As taxas de triglicerídeos dessas crianças estavam mais altas e se mostraram associadas diretamente ao estreitamento das carótidas – um sinal de possíveis problemas cardiovasculares no futuro, principalmente se somados a tabagismo e sedentarismo.

"Esses problemas podem ser evitados, se forem detectados mais cedo", diz Verçoza. "Por isso, é importante que os pais e pediatras estejam atentos à questão", destaca a pesquisadora. Ela recomenda que o pediatra pese a criança, verifique a pressão arterial e investigue o perfil lipídico rotineiramente. Aos pais, sugere que observem a alimentação dos filhos, que cada vez mais consomem alimentos industrializados e com excesso de sal.

HISTÓRIA INTERATIVA NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA • Os visitantes do Parque Nacional da Tijuca podem agora conhecer mais sobre a história do lugar por meio dos textos, vídeos, ilustrações, jogos e outros dispositivos interativos que compõem a exposição permanente *Uma floresta na metrópole*. A ideia também é chamar a atenção do público para a importância do parque, cujas contribuições para a cidade passam pela manutenção de temperaturas e pelo abastecimento de água da cidade, por exemplo. A exposição é dividida em três partes, elaboradas de acordo com as fases mais marcantes do parque, que completou 49 anos dia 6 de julho: 'Mata original', 'Intervenção urbana' e 'Enfim um parque'.

FOTO RUY SALAVERRY

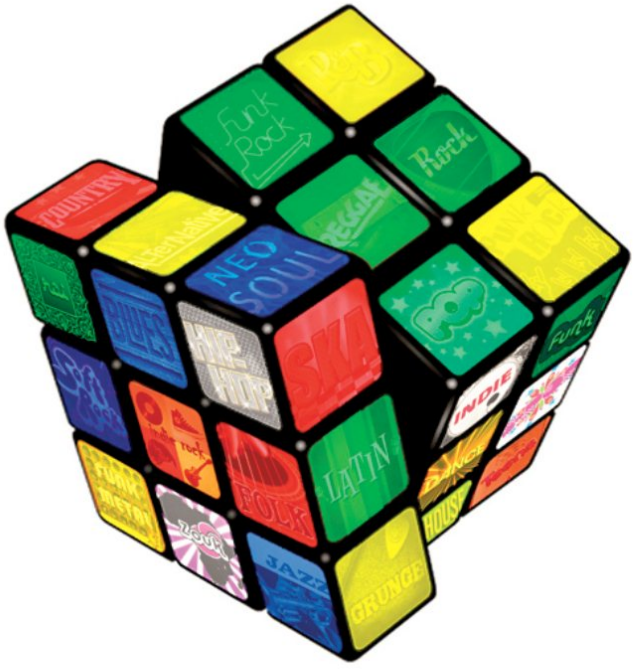
INFORMÁTICA Modelo computacional é capaz de identificar estilos musicais das canções

Computador, qual é o gênero?

A teoria musical tem regras para definir os gêneros das canções – *rock*, *jazz*, *blues* etc. –, mas ainda assim há confusão, pois os limites entre eles não são claros, dependendo em alguns casos de referências culturais. Se isso já é complicado para nós, humanos, imagine para computadores que precisam selecionar arquivos de música em resposta a buscas *on-line*.

Agora esse problema está mais próximo de uma solução graças a pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP), e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ambas em São Paulo. Eles desenvolveram um modelo computacional capaz de usar a percussão de uma canção para identificar se a música pertence a um ou mais gêneros.

A pesquisa foi um desdobramento da tese de mestrado da cientista da computação Débora Corrêa, desenvolvida na UFSCar.



Com formação em piano clássico, ela já havia trabalhado com o uso de redes neurais para composição musical e decidiu se manter nessa área, que une música e informática, no doutorado.

Com apoio do orientador, o também cientista da computação Luciano da Fontoura Costa, Corrêa estudou um modo de permitir que o computador identificasse gêneros musicais por meio dos padrões rítmicos. "A taxonomia musical ainda é um campo difícil e com o aumento da disponibilidade de dados *on-line*, vamos precisar de novas ferramentas para classificar essa informação", observa a pesquisadora.

Midis e colcheias

Corrêa concentrou-se em quatro gêneros: *rock*, *blues*, bossa-nova e *reggae*. Como trabalhar com toda a amplitude melódica das músicas seria muito complexo, ela decidiu isolar a característica temporal da canção – o ritmo, representado pela percussão. "O ritmo é um padrão específico produzido pelas notas com diferenças de duração, pausa e intensidade. Ele é intrínseco ao gênero e pode ser usado para fazer distinção entre eles, como entre *rock* e *reggae*", explica a cientista.

Para isolar a percussão, Corrêa usou arquivos de interface digital de instrumento musical (Midi, na sigla em inglês), que codificam separadamente cada componente da canção, como uma partitura. Em seguida, analisou 70 músicas de cada gênero escolhido, mapeando a ocorrência e relação entre as notações rítmicas (por exemplo, colcheia seguida de semínima). Com essa informação, a pesquisadora pôde criar modelos estatísticos que definiam os gêneros a partir dos ritmos. "A etapa seguinte foi submeter as 280 canções ao modelo, de modo que ele pudesse reclassificá-las", conta Corrêa.

O processo revelou que várias músicas realmente pertenciam a seu gênero, como *Shout*, do grupo norte-americano Tears for Fears; *Georgia on my mind*, de Ray Charles; *Menino do rio*, de Caetano Veloso; exemplos puros de *rock*, *blues* e bossa-nova, respectivamente. Contudo, outras mostraram conter elementos de mais de um gênero ou foram classificadas como pertencendo a outro estilo. Foi o caso de todas as canções de *reggae* usadas no trabalho, que apresentavam padrões rítmicos similares ao *rock*. Esse conjunto teve três músicas identificadas como *blues* e uma como bossa-nova.

"Em termos de percussão, o *reggae* e o *rock* são bem próximos", confirma Corrêa. Ela pretende agora incluir a intensidade da batida como mais um elemento de análise. "Acredito que a adição desse elemento deve melhorar bastante os resultados", afirma, acrescentando que no futuro quer utilizar toda a melodia para esse processo de identificação. "A ideia é que um dia possamos usar as informações geradas aqui em trabalhos de avaliação de qualidade, indexação, recomendação e composição sintética, ou seja, em que o computador é capaz de criar música sem intervenção humana", conclui.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

ECOLOGIA

MAIS CONSIDERAÇÃO COM AS EPÍFITAS

FOTO FLÁVIO OBERMULLER

Plantas que em algum estágio de sua vida usam outras como suporte, as epífitas passam despercebidas pelos vários programas de manejo florestal na Amazônia. A afirmação é fruto da tese de mestrado do biólogo Flávio A. Obermuller na Universidade Federal do Acre (Ufac) e do trabalho de monitoramento que ele vem conduzindo para a universidade e o Fundo de Proteção da Vida Selvagem (WWF, na sigla em inglês). Segundo Obermuller, durante a extração de madeira das áreas de manejo, espécies epifíticas associadas às árvores manejadas, como orquídeas, são descartadas e mortas. "Assim, a riqueza e o potencial da diversidade e uso que elas representam é perdida", ressalta.

O biólogo conta que os levantamentos feitos no Acre mostraram que três espécies de árvores usadas no manejo – massaranduba (*Manilkara huberi*), ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e tauari (*Couratari macrosperma*) – abrigam 100% da flora epifítica local, sendo que 30% desta só ocorre nessas árvores. "Identifiquei 12 espécies que ainda não haviam sido registradas no Acre e, em resgate realizado em 2009, durante o manejo de 10 árvores, salvamos 500 plantas, representando 55 espécies e seis novos gêneros", diz.

Para ele, não há nada de concreto sendo feito para preservar as epífitas. Iniciativas nesse sentido seriam criar uma coleção de referência com espécimes vivos, conscientizar comunidades e empresas sobre a importância dessas plantas, reintroduzi-las no ambiente e identificar as ávores-chave para a sobrevivência da flora epifítica, adequando os planos de manejo. "Por exemplo, para as árvores-chave, em vez de retirar 10 indivíduos por hectare, seriam extraídos apenas cinco", sugere Obermuller.

Plantas epífitas, que vivem sobre outras, como as orquídeas (*Eriopsis spectrum* e/ou *Cattleya luteola*), não são consideradas nos planos de manejo florestal na Amazônia

ZOOLOGIA

LONGE DE UM CONSENSO SOBRE AS GIGANTES DO SUL

FOTO ALBERTO ALERIGI/WIKIMEDIA COMMONS

A baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*) é a segunda espécie de baleia mais ameaçada de extinção no planeta, atrás somente da baleia-azul (*Balaenoptera musculus*). Mas, na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), a espécie foi colocada na categoria de preocupação menor. A ONG sustenta que *E. australis* não atende mais aos requisitos de espécie ameaçada porque sua população tem crescido há três gerações.

Mas os pesquisadores do Projeto Baleia-Franca/Brasil, com sede em Imbituba (SC), divergem dessa posição em relação ao Brasil. Na lista de espécies ameaçadas de Santa Catarina, elaborada recentemente com base nos mesmos critérios da UICN, *E. australis* aparece como vulnerável, e a lista do Ibama a considera ameaçada. "Os critérios da UICN não são adequados para a situação brasileira", diz a bióloga Karina Groch, diretora de pesquisa do projeto. Ela conta que no primeiro sobrevoo feito por pesquisadores da equipe em 1987, cobrindo o litoral sul de Santa Catarina, foram avistadas 37 baleias-francas, tendo sido necessários 20 anos para avistar 200 animais. "É um ritmo de crescimento muito lento", observa a bióloga.

Em águas da África do Sul, Argentina e Brasil, entre outras áreas do Atlântico Sul, vivem cerca de 7,5 mil indivíduos da espécie. "Pode parecer muito, mas isso não corresponde nem a 10% do contingente que havia antes do início da caça ao animal, há mais de dois séculos", diz Groch. Ela lembra que, nos últimos três anos, na Península de Valdés, Argentina, principal área de reprodução da espécie no Atlântico Sul ocidental, foram registradas cerca de 80 mortes de filhotes por ano no total de 200 a 250 nascimentos no período. A taxa de mortalidade foi, portanto, superior a 30%, quando o valor aceitável para animais jovens é de cerca de 10%.

Os cientistas desconhecem a causa de tantos óbitos, mas procuram uma explicação para o fenômeno. Aventa-se a hipótese de deficiência nutricional na área de alimentação dos animais nas imediações das ilhas Geórgias do Sul, na Antártida. Por essa e outras razões, Groch afirma que *E. australis* ainda deve ser considerada uma das espécies de baleia mais ameaçadas de extinção no mundo.

Baleia-franca: mãe e bebê

EM DIA

ZOOLOGIA

NOVA ABELHA, VELHO PROBLEMA

CRÉDITO: RODOLFO CÉSAR C. ARANTES (UFMG).

A mais nova espécie brasileira de abelha, a *Eulaema felipei*, descoberta na Estação Ecológica de Murici, em Alagoas, já 'nasce' ameaçada. Segundo seu descobridor, o biólogo André Nemésio, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a *E. felipei* corre risco de extinção devido à degradação de seu ambiente, a mata atlântica, no Nordeste. "Ela é possivelmente uma espécie irmã da abelha amazônica *Eulaema mocsaryi*, mas as duas divergiram quando os biomas se separaram. A grande fragmentação da mata atlântica na região foi o que, provavelmente, dificultou seu descobrimento", conta Nemésio. Ele acrescenta que não há qualquer fragmento de vegetação nordestino com mais de 10 mil hectares (1 ha equivale a 10 mil m^2).

O biólogo ressalta que a Estação Ecológica de Murici tem vários problemas. "A área da reserva abrange várias fazendas cujos donos, incluindo um senador, ainda não foram indenizados. Por isso, continuam explorando a mata protegida. Algumas pessoas não têm o menor interesse na legalização da situação", observa Nemésio. Ele revela que há um assentamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) ao redor da estação que contribui ainda mais para a degradação da reserva. "É preciso que o poder público faça algo, senão a estação pode desaparecer no futuro e levar com ela as espécies que ainda habitam lá, como a *Eulaema felipei*", avisa Nemésio.

MEDICINA

ASMA E EXERCÍCIO FÍSICO

LATINSTOCK

Ainda é comum a crença de que crianças asmáticas podem ter sua condição piorada com a prática de exercícios físicos. Essa percepção baseia-se no fato de que cerca de 50% das crianças e adolescentes asmáticos tenham broncoespasmo induzido por exercício (BIE) – uma crise de asma, na maioria das vezes leve, que se manifesta por chiado no peito e falta de ar e ocorre logo após atividades físicas vigorosas, especialmente corrida. O assunto está sendo estudado em uma tese de mestrado realizada no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco.

Elaborada pelo fisioterapeuta Marco Aurélio de Valois, a tese analisou 134 crianças e adolescentes com asma entre 10 e 18 anos, bem como 46 crianças sem asma. A partir de testes de corrida em esteira, espirometrias (medição da capacidade respiratória) e questionários aplicados a esses pacientes e às suas mães, Valois buscou explicações para o fato de crianças asmáticas serem mais sedentárias que as outras.

Embora tenha verificado que, estatisticamente, o BIE não possa ser apontado como causa para um menor nível de atividade física, Valois constatou alguns pontos relevantes. Cerca de 45% das crianças e adolescentes analisados disseram evitar participar de esportes ou brincadeiras ativas por causa da asma. As mães, de acordo com os resultados dos questionários, concordam: 36% delas disseram que o exercício é perigoso para crianças asmáticas e 39% afirmaram impedir seus filhos de participar de esportes ou brincadeiras por causa dessa condição.

O médico José Ângelo Rizzo, orientador de Valois, alerta: "A asma e o broncoespasmo induzido pelo exercício não devem ser vistos como impedimento para a prática de atividades físicas, mas os pacientes devem ser diagnosticados e tratados para que se sintam confortáveis ao correr e brincar." Rizzo também argumenta que a falta de tratamento, aliada ao sedentarismo comum nas crianças asmáticas, fazem com que essas tenham um desempenho pior em esportes, o que as desestimula ainda mais. Ele sugere que não somente deve-se derrubar o mito de que exercícios físicos fazem mal a crianças com BIE, como também estimulá-las: "Já há vários estudos que apontam os exercícios físicos como forma de controle da asma e de desenvolvimento da capacidade cardiovascular", explica.

Renato Crouzeilles

Programa de Pós-graduação em Ecologia,

Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Priscilla de Paula Andrade Cobra

Programa de Pós-graduação em Ecologia,

Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luis Renato Bernardo

Programa de Pós-graduação em Zoologia – Museu Nacional,

Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rodovia para todos?

A rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319), que corta o coração da Amazônia, está prestes a ser revitalizada. Sua recuperação, no entanto, pode resultar na extinção ou redução das populações de espécies de mamíferos em uma área de alta diversidade biológica e ainda pouco conhecida pela ciência. Para diminuir esse desastroso efeito ambiental, é necessário que várias esferas governamentais atuem em conjunto e adotem medidas que de fato tornem a BR-319 uma rodovia para todos.

Com seus mitos e lendas, a floresta amazônica continua a ser um mistério para muitos. O maior bioma brasileiro concentra cerca de 50% da biodiversidade conhecida hoje no planeta, mas estima-se que as espécies já registradas na região representem apenas 30% do número real. O desmatamento é uma das principais ameaças a essa riqueza. Embora a devastação da floresta venha diminuindo desde 2004, estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) revelam que entre aquele ano e 2009 a Amazônia perdeu 92,2 mil km^2, área pouco menor que a do estado de Santa Catarina.

Além da derrubada das árvores, são ameaças constantes à floresta amazônica a exploração ilegal de madeira, as queimadas, a caça e a construção de rodovias. Esses fatores podem ter efeitos bastante variáveis e influenciam na perda da diversidade de fauna e flora porque afetam as interações ecológicas, os regimes de água e podem levar a alterações climáticas, contribuindo para o aquecimento global.

A BR-319 (figura 1) tem extensão de 880 km – 98% no estado do Amazonas – e atravessa a área central da Amazônia. A rodovia acompanha o curso do rio Madeira e foi planejada como alternativa à rota fluvial entre Manaus e Porto Velho (pelo próprio rio Madeira e pelo rio Amazonas), já que o trajeto de barco pode durar até quatro dias. A estrada foi aberta na floresta entre 1972 e 1973, na ditadura militar, e chegou a ser asfaltada, mas não recebeu manutenção nos últimos 20 anos. Hoje, são transitáveis normalmente apenas os trechos iniciais, de Manaus (AM) a Careiro-Castanho (AM) e de Humaitá (AM) a Porto Velho (RO), repavimentados em 2001. Agora, a recuperação da parte central, entre os quilômetros 250 e 655, está em processo de licenciamento ambiental pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT).

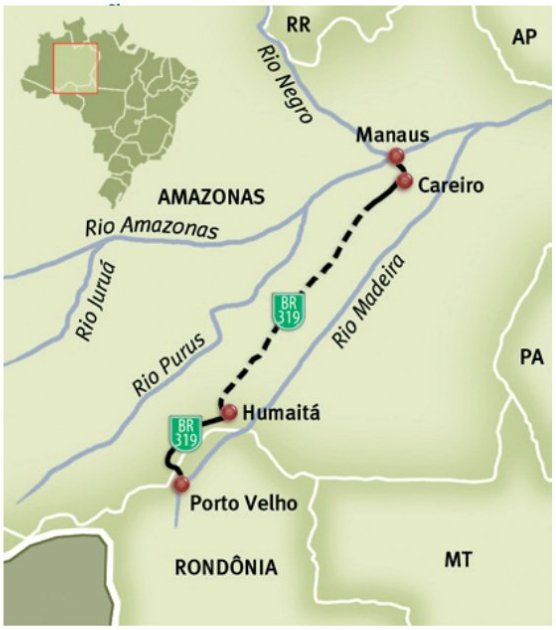


Figura 1. A decisão de recuperar a rodovia que liga Manaus a Porto Velho (BR-319), que cruza o centro da Amazônia, divide opiniões. Os trechos iniciais (linhas contínuas), repavimentados há anos, estão em uso, e as obras previstas para a parte central (linha tracejada), hoje praticamente intransitável (detalhe), estão em processo de licenciamento ambiental

FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES

A reativação da rodovia tem gerado discussões e desentendimentos entre diferentes setores da sociedade, principalmente entre os ministérios dos Transportes e do Meio Ambiente. Ambientalistas e conservacionistas são contra sua reabertura, que ligaria o arco do desmatamento em Rondônia à Amazônia Central, região onde a floresta ainda é bem preservada e a presença humana é pequena. O Ministério do Meio Ambiente fez uma série de exigências para a concessão de licença para a obra, algumas não integralmente cumpridas. Já o Ministério dos Transportes e a maioria dos moradores de Manaus querem a recuperação da rodovia, que reduziria o custo do escoamento da produção industrial da cidade para São Paulo e outros mercados do sul do país, além de facilitar os deslocamentos da população da área. Os poucos moradores instalados ao longo da rodovia também têm esperança de que, com o asfalto, venha o progresso, mas receiam perder as terras que ocupam.

O acesso difícil prejudicou a realização de estudos científicos na região, até hoje praticamente desconhecida. Apesar das dificuldades, a pesquisa aqui relatada buscou reunir dados sobre a fauna de mamíferos em diferentes trechos da BR-319 onde estão sendo avaliados seus possíveis impactos ambientais. O trabalho foi feito em 2009, em quatro pontos da estrada (quilômetros 400, 450, 535 e 615), por duas equipes de biólogos da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para o estudo dos mamíferos de pequeno porte (roedores e marsupiais), foram usadas armadilhas em forma de gaiola e armadilhas 'de queda' (lonas inclinadas que direcionam o animal para baldes de 60 litros enterrados no chão). Para os de médio e grande porte foram realizadas buscas diurnas e noturnas dentro e fora da mata, além de procura por vestígios como tocas, pegadas e fezes (figura 2). Moradores locais também foram entrevistados, para determinar as espécies conhecidas na região.

Ao todo foram registrados seis diferentes mamíferos pequenos e 39 de porte médio e grande. As capturas nas armadilhas foram reduzidas porque, como o estudo foi feito na época de chuvas, ocorreu inundação em vários locais onde estas foram instaladas e os animais deslocaram-se menos, já que nesse período há mais alimento disponível. O grupo mais observado (oito espécies) foi o dos primatas, de hábitos diurnos. Algumas espécies de hábitos noturnos só puderam ser registradas por seus vestígios. Os rastros mais encontrados foram de anta (*Tapirus terrestris*), veados (*Mazama gouazoubira* e *Mazama americana*), porcos-do-mato (*Pecari tajacu* e *Tayassu pecari*) e onça-pintada (*Panthera onca*). Algumas, como anta e onça-pintada, são muito caçadas e estão ameaçadas de extinção. A cutia (*Dasyprocta fuliginosa*) foi avistada diversas vezes durante o estudo, principalmente à beira da rodovia.

Outros mamíferos, como o cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*) e espécies de preguiça, só foram registrados por meio das entrevistas com moradores. A onça-parda (*Puma concolor*) foi registrada de modo trágico: encontramos a pele do animal, morto a tiro, na beira da rodovia. A capivara é um caso curioso: os moradores relataram que esse animal era abundante na região, mas desapareceu nos anos mais recentes, o que possivelmente ocorreu devido à caça descontrolada.

A caça – em geral para a subsistência das famílias – é um problema que tende a aumentar com a recuperação da rodovia, que facilitará a ocupação da região. Em seu famoso artigo 'The empty forest' ('A floresta vazia'), publicado em 1992, o biólogo norte-americano Kent Redford, hoje um dos vice-presidentes da Sociedade para a Conservação da Vida Selvagem (WCS, na sigla em inglês), mostrou taxas alarmantes de animais

Figura 2. A pesquisa sobre a fauna de mamíferos da parte central da NR-319 incluiu armadilhas, avistamentos, vestígios e entrevistas com moradores locais. Nas imagens, captura acidental de um sagui-de-bigode (*Saguinus labiattus*) em gaiola destinada a pequenos mamíferos terrestres, pele de uma onça-parda (*Puma concolor*), abatida com um tiro nas costas e encontrada à margem da estrada, próxima a uma comunidade, e o corpo de um mutum (*Mitu tuberosa*), também abatido a tiro

mortos por comunidades situadas no meio da Amazônia.

Fato comum na implantação ou recuperação de rodovias em áreas de floresta é a ocupação conhecida como 'espinha de peixe': migrantes instalam-se às margens da estrada e abrem 'ruas' perpendiculares a esta, a partir das quais as comunidades se expandem. Os ocupantes buscam espaço para pastagens e plantações, o que aumenta o desmatamento e afeta também a fauna, principalmente os animais que precisam de grandes áreas para viver. A perda de hábitat, juntamente com o aumento da distância entre os remanescentes florestais, reduz a disponibilidade de alimento e de abrigos, dificulta o fluxo de indivíduos e aumenta a chance de cruzamento entre parentes próximos (o que compromete a diversidade genética). Esses efeitos reduzem a população das espécies e sua viabilidade, podendo levar à sua extinção.

A divisão de hábitat também produz impactos conhecidos como efeitos de borda, ou seja, alterações nas condições do entorno de áreas florestais, como aumento da luminosidade, redução da umidade, mudanças da composição de plantas e animais. Esses efeitos fazem com que a maioria das espécies que preferem o interior da mata tenham seu espaço vital reduzido e favorecem o aumento das populações de espécies mais adaptáveis a qualquer ambiente, levando a desequilíbrios ecológicos.

Para que a reativação da BR-319 seja proveitosa para a população local e ao mesmo tempo não seja prejudicial à fauna, é importante adotar medidas preventivas contra os efeitos do aumento da ocupação humana que ela trará. Uma das principais reivindicações do Ministério do Meio Ambiente é a criação, ao longo da rodovia, de 29 unidades de conservação. Estas podem ser de dois tipos: as de uso sustentável ou direto, voltada para conciliar conservação e atividades econômicas, permitindo o uso da terra por comunidades locais, e as de proteção integral ou uso indireto, que visam proteger a natureza. Para que esse cinturão verde seja de fato eficiente, é preciso não apenas implantar as unidades, mas dotá-las de estrutura de monitoramento e fiscalização, além de oferecer incentivos para que as comunidades tradicionais possam manter uma estrutura econômica e social ativa, sem depender da destruição da floresta.

O maior tráfego de veículos, quando a estrada estiver recuperada, também elevará o risco de atropelamentos de animais. As carcaças de animais atropelados que ficam na rodovia ou em suas margens podem ampliar o problema, pois atraem as espécies carniceiras, que ficam sujeitas à mesma ameaça. Para reduzir esse risco, e o de acidentes provocados pela presença de animais na pista, devem ser construídas passagens de fauna ao longo de toda a BR-319. Essas passagens podem ser túneis sob a pista ou passarelas (redes ligando as copas das árvores nas duas margens da rodovia) para espécies arborícolas. A eficácia dessas medidas foi comprovada em estudos recentes sobre as passagens de fauna da rodovia do Sol, no Espírito Santo.

É importante ressaltar que a recuperação da rodovia, embora possa ter efeitos negativos, também trará – se forem implantadas e mantidas as medidas de prevenção contra impactos ambientais – muitos benefícios para a população local e mesmo para a ciência, que pouco conhece sobre a região devido a seu extremo isolamento. O coração da Amazônia está prestes a ser cortado, mas isso não quer dizer que ele será morto. Somente a atuação conjunta das áreas oficiais responsáveis pela fiscalização, manejo e conservação da região, associada à conscientização das comunidades locais, poderá fazer com que a BR-319 seja uma rodovia para todos. ■

QUÍMICA

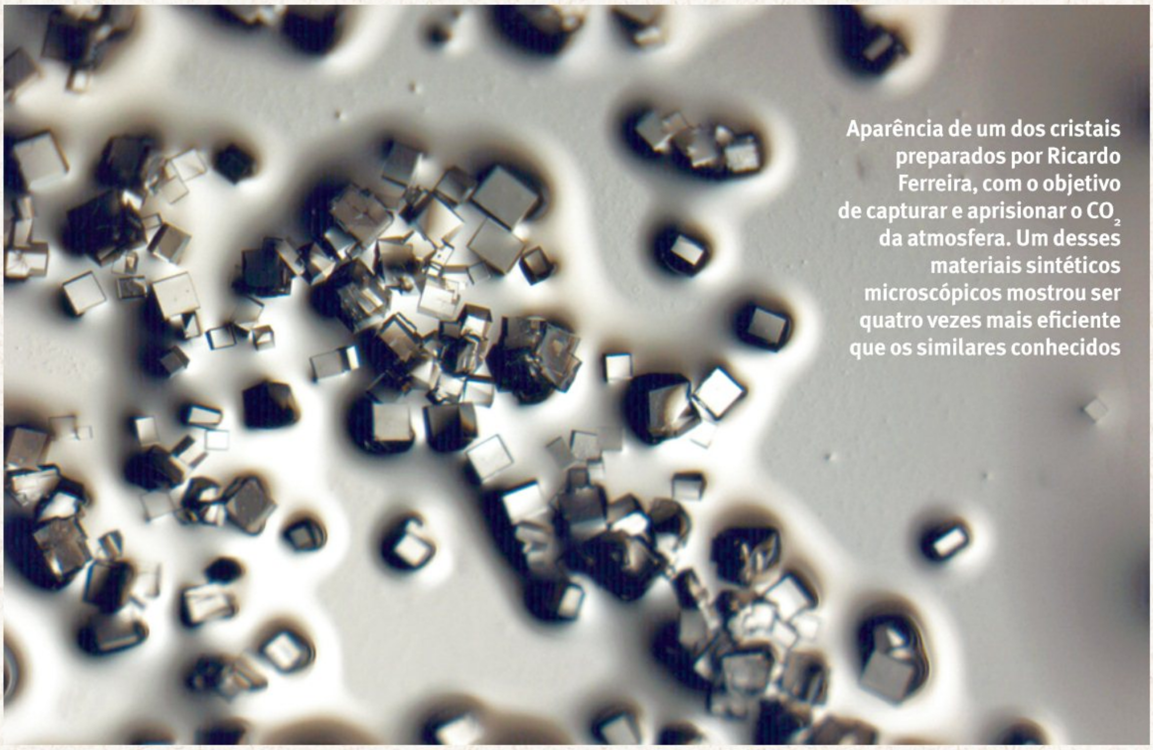
DESTAQUE INTERNACIONAL

Estudante de graduação e ex-aluno de escola pública, Ricardo Ferreira, 21 anos, é o único autor brasileiro de um artigo publicado na revista *Science* sobre um novo material sintético possivelmente capaz de retirar dióxido de carbono (CO_2) do ar. "Sem contar as entrevistas que tenho dado, minha rotina continua a mesma, sempre no laboratório", diz Ferreira, que conseguiu realizar o sonho de muitos professores, publicando uma pesquisa importante em uma revista internacional.

Ele cursa o último ano de química na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e conta que a oportunidade de participar da pesquisa surgiu com um programa de intercâmbio que oferecia estágio nos Estados Unidos. O estudante passou três meses trabalhando na técnica de engenharia que promete ser uma aliada no combate ao aquecimento global. O procedimento consiste em usar uma estrutura de cristal para capturar e aprisionar o CO_2 da atmosfera. O material sintético microscópico mostrou ser quatro vezes mais eficiente que os similares conhecidos até então.

O estudante estima que em dois ou três anos a técnica já possa ser aplicada fora do laboratório: "Existe um apelo ambiental que pode apressar os resultados", diz. O CO_2 é um gás essencial à vida na Terra, presente na composição dos organismos e na realização da fotossíntese. O problema ocorre quando seu ciclo é alterado pela queima de combustíveis fósseis, desmatamentos e incêndios florestais: o gás fica concentrado e contribui para o aquecimento global. "Nossa ideia é reaproveitar o gás capturado. Podemos injetá-lo em jazidas de petróleo para otimizar a extração ou produzir energia a partir desse resíduo", explica o aluno.

Ferreira conta que a experiência nos Estados Unidos, além de impulsioná-lo profissionalmente, modificou a impressão que tinha em relação aos norte-americanos: "Los Angeles é um lugar cosmopolita. Convivi com gente de toda parte, mas os norte-americanos foram simpáticos, receptivos e hospitaleiros comigo", lembra. O estudante, que também faz iniciação científica na faculdade, pretende seguir carreira acadêmica e ainda deve passar muito tempo nos laboratórios brasileiros. "Mesmo se eu precisar sair do país para aperfeiçoar minha pesquisa, quero voltar. Meu objetivo é contribuir para o desenvolvimento do Brasil", afirma.



Aparência de um dos cristais preparados por Ricardo Ferreira, com o objetivo de capturar e aprisionar o CO_2 da atmosfera. Um desses materiais sintéticos microscópicos mostrou ser quatro vezes mais eficiente que os similares conhecidos

RICARDO FERREIRA (OBSERVAÇÃO: AS FOTOS DO ESTUDANTE SÃO DE RENAN B. FERREIRA)

CIÊNCIA SE FAZ NA ESCOLA

CRÉDITO: ALBERTO LIMA

A conquista de 19 prêmios e duas menções honrosas na Feira Internacional de Ciências e Engenharia (Intel Isef, na sigla em inglês) comprovou que o Brasil também ocupa lugar de destaque no exterior quando o assunto é produção científica. O evento, que tem como objetivo apresentar projetos desenvolvidos por estudantes que ainda não chegaram ao nível superior, reuniu 26 brasileiros, que tiveram seu talento reconhecido em diversas categorias. O bom desempenho dos jovens colocou o país no terceiro lugar geral da feira, atrás dos Estados Unidos e da China, que obteve um prêmio a mais apenas. Ao todo, participaram 1.611 jovens pesquisadores de 59 países.

Esta foi a primeira vez que estudantes brasileiros conseguiram a primeira colocação em suas categorias. Um deles foi Alejandro Mariano Scaffa, que investigou como a esterilização da cana-de-açúcar por micro-ondas pode ajudar a melhorar o rendimento da produção de etanol. O projeto lhe rendeu o primeiro lugar em bioquímica, além de oito mil dólares.

Outra vencedora foi Tamara Gedankien, que desenvolveu um estudo sobre os efeitos da introdução de aspectos socioculturais no ensino de matemática. O projeto nasceu quando ela era aluna da Nova Escola Judaica, em São Paulo. "A ideia surgiu da percepção de que o termo 'escola judaica' se referia apenas ao agrupamento de pessoas pertencentes à mesma cultura, não a um modelo de ensino", conta Tamara. "Cada cultura concebeu uma maneira de fazer ciência, mas o sistema padrão geralmente usado nas escolas é o europeu."

Estudantes brasileiros que ainda não chegaram à universidade ganharam o terceiro lugar, entre 59 países, na Feira Internacional de Ciências e Engenharia. Tamara Gedankien (abaixo) conseguiu o primeiro lugar em sua categoria

Utilizando a matemática e a própria escola como objetos de estudo, a estudante verificou que os alunos obtinham melhores resultados quando trabalhavam os conteúdos da disciplina a partir de uma abordagem vinculada à cultura judaica. "Acredito que o ensino de uma matemática mais histórica e humana pode ser uma boa alternativa ao modelo tradicional", afirma. Primeiro lugar em Ciências Sociais e Comportamentais, o trabalho deu a Tamara uma bolsa de estudos de 15 mil dólares por ano para estudar no IIT Institute of Psychology, em Illinois, nos Estados Unidos.

Enquanto analisa a possibilidade de estudar no exterior, a estudante já decidiu que dará continuidade à pesquisa durante a graduação. "O prêmio foi importante para que eu tivesse a certeza de que estou indo na direção certa. Ainda há muitas questões que podem ser trabalhadas a partir desse estudo", conclui.

FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA FUTURO CIENTISTA

ENSAIO

BIOLOGIA Hipótese antiga sobre evolução ainda está cercada de equívocos

Darwin, Lamarck e a herança de caracteres adquiridos

Arthur Henrique de Oliveira
Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

A hipótese da herança de caracteres adquiridos sustenta que uma característica adquirida por um ser vivo durante sua vida, pelo uso ou desuso de alguma parte do corpo ou um órgão, ou por mutilações, seria transmitida a seus descendentes por meio da reprodução. Essa ideia explicaria as alterações que as espécies sofrem com o tempo. Ela é geralmente associada ao francês Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), mas esse naturalista não a criou. Ela já aparecia na chamada *Coleção hipocrática* (*Corpus hippocraticum*), conjunto de textos atribuídos a Hipócrates (c.460-c.377 a.C.), médico da Antiguidade grega. Também foi defendida pelo filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) e por muitos naturalistas dos séculos 18 e 19, tendo chegado ao século 20 ainda como uma questão a ser investigada.

LATINSTOCK

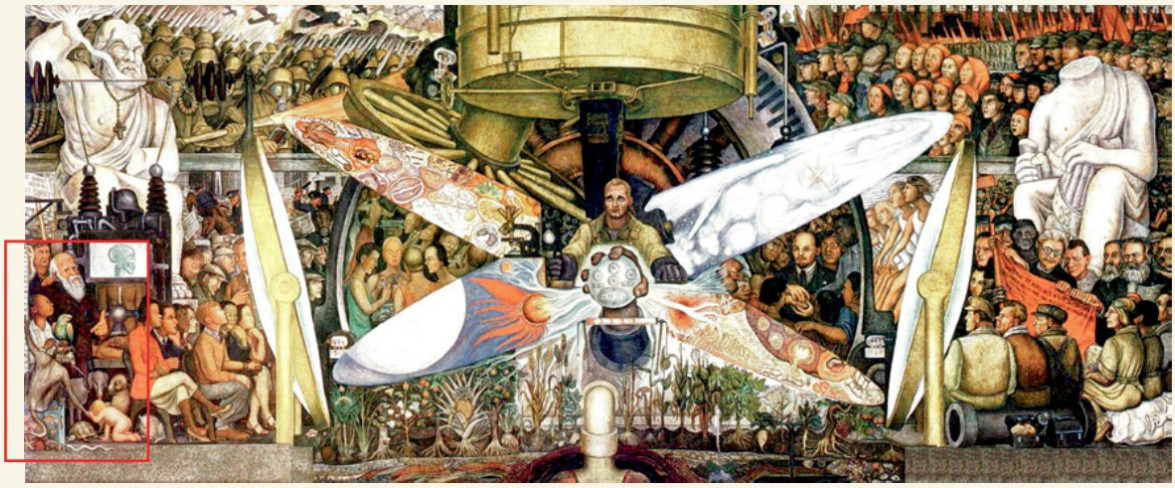
O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), que propôs a moderna teoria da evolução dos seres vivos, acreditava na herança dos caracteres adquiridos. Embora seja comum pensar que a seleção natural (principal fator envolvido na evolução das espécies, segundo a teoria darwiniana) se contrapõe à herança de caracteres adquiridos, Darwin acreditava que esse processo de seleção agia sobre as variações presentes nos indivíduos, inclusive as adquiridas pelo uso ou o não uso de partes do corpo ou órgãos, preservando as que fossem benéficas. A explicação das leis da herança adquirida, sob a perspectiva darwiniana, não interfere na compreensão dos mecanismos da evolução.

As referências a Darwin geralmente remetem a seu famoso livro *A origem das espécies*, de 1859, mas outro texto de sua autoria, *A variação de animais e plantas domesticadas*, de 1868, é igualmente importante e pouco estudado. Nesse último livro, Darwin adotou a teoria da 'pangênese' para explicar a herança de caracteres adquiridos. Essa ideia, que também tinha origem na Antiguidade grega, propunha que todas as partes de um ser vivo produziriam partículas que se reuniriam no momento da concepção e induziriam a formação de um descendente com as características dos pais, inclusive as adquiridas durante suas vidas.

Assim, Darwin propôs não apenas a existência de leis para regular a herança de caracteres (a pangênese), mas também a de outros mecanismos para regular como os indivíduos (e, portanto, seus caracteres, originais ou adquiridos) seriam selecionados em uma população ao longo do tempo. Em outras palavras, Darwin propôs uma teoria evolutiva aceita hoje e uma teoria genética (da hereditariedade) que não é mais válida, desde a redescoberta dos estudos do monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884).

Seleção natural e herança adquirida

A bióloga e historiadora da ciência Lílian Al-Chueyr Pereira Martins, da Pontifícia Universidade de São Paulo, em artigo



No mural *Homem, controlador do universo*, pintado em 1934 pelo pintor mexicano Diego Rivera (1886-1957), Darwin aparece no lado inferior esquerdo (quadro), cercado por vários animais e apontando para um símio, que ajuda um bebê humano a se erguer. O mural está no Palácio de Belas Artes, na cidade do México

publicado em 2006 na edição especial 'Os grandes erros da ciência' (da revista *Scientific American Brasil*), remete-se ao relato de um naturalista que, certa vez, testemunhou o caso de uma vaca que perdera um dos chifres, devido a um processo inflamatório, e depois teria dado à luz três bezerros, todos sem o chifre do mesmo lado em que faltava o da mãe. Seria um exemplo de herança de caracteres adquiridos. Para a maioria das pessoas, esse seria um exemplo evidente de 'lamarckismo', mas quem apresentou o relato acima, surpreendentemente, não foi Lamarck, e sim Darwin. Para o último, a teoria da seleção natural e a ideia da herança de caracteres adquiridos não eram incompatíveis.

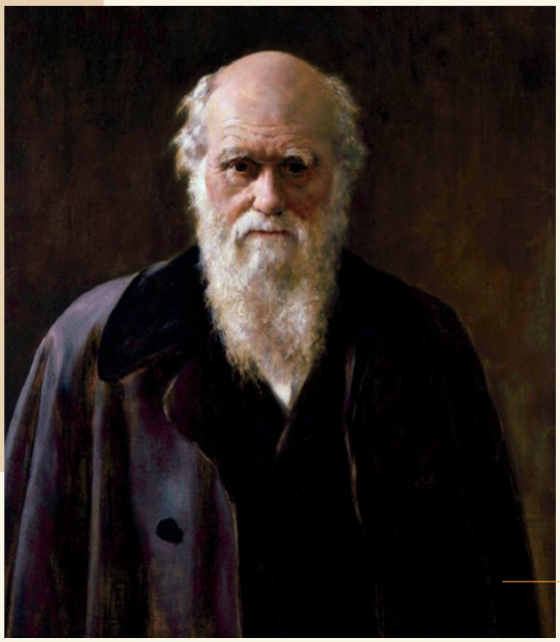
No entanto, é preciso salientar que na época de Darwin ainda não eram bem conhecidos os mecanismos hereditários. Sabia-se, porém, que a maioria das características dos seres vivos poderia ser herdada. Darwin, portanto, precisava de um mecanismo que explicasse a origem das variações observadas nas espécies e usou para isso a herança adquirida, o que Lamarck nunca havia feito. A seleção natural – peça-chave da teoria evolutiva – atua definindo quais indivíduos de uma população transmitirão aos descendentes as suas características. Em outras palavras, a seleção natural determina quem viverá por tempo suficiente para se reproduzir, por meio do instinto básico de perpetuação da espécie.

Embora a herança dos caracteres adquiridos esteja tradicionalmente relacionada ao nome de Lamarck, como mencionado inicialmente, não foi ele quem lançou a ideia. Lamarck apenas admitia tal possibilidade. Desde a Antiguidade, e até o final do século 19, vários estudiosos da natureza aceitaram que as modificações causadas em um ser vivo pelo uso ou pelo desuso de órgãos ou partes do corpo – e por mutilações, em alguns casos – poderiam ser herdadas pelos descendentes. Essa ideia aparece em textos do *Corpus hipocraticum*, que relatam casos em que características adquiridas são transmitidas naturalmente a descendentes. Aristóteles (384-322 a.C.) admitiu que crianças poderiam nascer parecendo-se com seus pais tanto em relação às características congênitas quanto em relação às adquiridas. Para ele, porém, nem sempre as mutilações eram herdadas. Mais tarde, no século 18, muitos trabalhos mencionavam a herança de características (congênitas ou mutilações) adquiridas.

O filósofo francês Pierre Louis de Maupertuis (1698-1759), estudioso dos animais, considerava possível a ideia de herança adquirida. Outro francês, o naturalista Georges-Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon, que entre 1781 e 1786 lançou vários volumes de uma importante enciclopédia de história natural, aceitava também a herança de mutilações.

É curioso que, em geral, se critique muito Lamarck e se isente Darwin, embora este, cerca de 50 anos após a morte de

Charles Darwin, que propôs a moderna teoria da evolução, acreditava na herança dos caracteres adquiridos



WIKIMEDIA COMMONS/JOHN COLLIER

Lamarck, ainda aceitasse e defendesse a herança de caracteres adquiridos por meio de uso e desuso. Isso está evidenciado no livro *A origem das espécies*, como mostra o título do capítulo V: 'Lei da variação – efeitos produzidos pela seleção natural sobre o aumento do uso ou não uso das partes'. Nesse livro, Darwin relatou observações feitas com animais domésticos que parecem confirmar o princípio do uso e desuso e da herança transmitida, e foi ainda mais longe, aceitando a herança das mutilações, hipótese que Lamarck não admitia.

Essas ideias também eram julgadas corretas por alguns contemporâneos de Darwin, como o filósofo inglês Herbert Spencer (1820-1903) e o biólogo alemão Friedrich August Weismann (1834-1914). Em 1883, porém, com base em evidências obtidas em experimentos realizados em ratos e medusas, Weismann contestou a herança de caracteres adquiridos e propôs a teoria da continuidade do plasma germinativo, segundo a qual apenas as células germinativas (como óvulos e espermatozoides) são responsáveis pela hereditariedade. Para ele, qualquer modificação em células somáticas (ou seja, as já diferenciadas, presentes nos tecidos e órgãos) não seria transmitida aos descendentes.

As concepções de Weismann influenciaram outro naturalista inglês, Alfred Wallace (1823-1913), hoje considerado coautor da teoria da evolução. No livro *Darwinismo*, publicado 30 anos após *A origem das espécies*, Wallace concordou com diversos pressupostos da teoria darwiniana, mas aceitou os argumentos do biólogo alemão e passou a contestar a herança de caracteres adquiridos. Tanto para Weismann quanto para Wallace, a seleção natural bastava para explicar o processo evolutivo.

Ideia anterior a Lamarck

A teoria da progressão das espécies desenvolvida por Lamarck é, muitas vezes, considerada sinônimo da herança de caracteres adquiridos, mas na verdade esse naturalista foi o primeiro a propor uma explicação coerente sobre as modificações dos seres vivos, por meio de fenômenos naturais então conhecidos. Na época, predominava a ideia de que as espécies surgiam, já adaptadas ao meio, por criação divina. Portanto, Lamarck foi original por ter formulado uma alternativa para entender a diversidade de seres vivos que não se apoiava na crença da intervenção divina na natureza.

A variação dentro de uma espécie, na teoria de Lamarck, estava relacionada às diferenças geográficas e não era perceptível, porque ocorria de modo extremamente lento. Para ele, no entanto, essa variação não dependia somente do tempo e das circunstâncias, sendo regulada por leis que, no caso da transformação das espécies, eram quatro, e não apenas duas ('uso e desuso' e 'herança de caracteres adquiridos'), como normalmente podemos encontrar nos livros. As outras leis eram a tendência para o aumento da complexidade (indivíduos e espécies tenderiam a se tornar mais complexos com o tempo) e o surgimento de órgãos em função da necessidade (novas necessidades induziriam a formação de novos órgãos).

Muitos autores não descrevem muito bem essas leis, pois baseiam seus estudos apenas no livro *Philosophie zoologique*, de 1809, mas há outros, publicados depois, que raramente são mencionados. As leis da variação das espécies propostas por Lamarck foram apresentadas com modificações em diversas obras, mas a versão final aparece no livro *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (publicado em sete volumes, entre 1815 e 1822).

No livro *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*, Lilian A. P. Martins cita, entre as alternativas à proposta de Lamarck, as apresentadas pelo naturalista suíço Charles Bonnet (1720-1793) sobre o preformismo (segundo o qual a Terra já conteria, desde seu início, o gérmen de todos os seres vivos), e pelo conde de Buffon, que afirmava que toda variação resultava de um processo de degeneração das espécies.

Este breve relato procura demonstrar que a herança dos caracteres adquiridos é uma concepção bastante antiga, aceita por diversos estudiosos no decorrer dos tempos, não sendo uma ideia original de Jean-Baptiste de Lamarck. Tal pressuposto era aceito inclusive por Charles Darwin, que chegou a adotar a hipótese da pangênese para explicar como funcionavam os mecanismos de transmissão aos descendentes das características que os indivíduos adquiriam durante sua vida. ■

HÁ 90 ANOS ERA REALIZADA PRIMEIRA MEDIÇÃO DO DIÂMETRO DE UMA ESTRELA

A chave do tamanho

A ideia de um instrumento capaz de medir a dimensão de uma estrela que não o Sol soa fantástica mesmo para nós que vivemos na era dos telescópios espaciais. Não é pequeno, portanto, o feito dos pioneiros da chamada interferometria estelar. A medição bem-sucedida do diâmetro da estrela Betelgeuse (α-Orionis), realizada por Albert A. Michelson (1852-1931) e Francis G. Pease (1881-1938) no dia 13 de dezembro de 1920, representou um triunfo da instrumentação e coroou um processo acidentado de desenvolvimento que teve início mais de meio século antes. A partir daí a interferometria astronômica foi se sofisticando e ocupa hoje lugar de vanguarda em diversos projetos de pesquisa, como a busca de planetas semelhantes à Terra em outros sistemas e a tentativa de detecção de ondas gravitacionais.

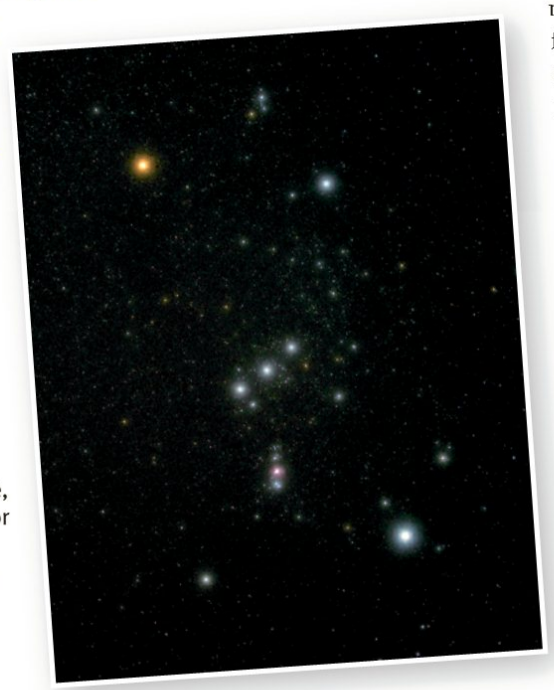


FOTO JOHN GAVREAU

Constelação de Órion. Betelgeuse, de luz amarelada na parte superior esquerda da figura, foi alvo da primeira medição do diâmetro de uma estrela, em 1920

Em 1868, como relator de um trabalho em óptica apresentado para concorrer a um prêmio oferecido pela academia de ciências da França, o físico Hippolyte Fizeau (1819-1896) comentou, de passagem, que na grande maioria dos fenômenos de interferência existe uma relação "notável e necessária" entre a dimensão das franjas de interferência e aquela da fonte, de tal maneira que um sistema de franjas começa a não mais ser percebido quando o tamanho da fonte se torna apreciável. Raciocinando inversamente, Fizeau afirmou em seguida que seria possível, portanto, usar duas grandes fendas acopladas a um telescópio para produzir franjas de interferência em seu plano focal e a partir delas obter dados sobre os diâmetros angulares das estrelas.

O comentário inusitado de Fizeau não passou despercebido ao seu colega Édouard Stéphan (1837-1923), então diretor do observatório de Marselha. Em 1873 Stéphan tentou aplicar o método para medir o diâmetro de algumas das estrelas mais brilhantes do céu usando uma "luneta ordinária" munida de uma tela opaca vazada por duas fendas distantes 15 cm uma da outra. Não tendo obtido qualquer resultado, passou a usar o telescópio Foucault de 80 cm coberto por uma máscara que deixava passar luz apenas através de duas grandes fendas em suas laterais, distantes 65 cm uma da outra. Novamente Stéphan não foi capaz de fazer as franjas de interferência desaparecerem, o que o levou à conclusão de que o limite superior para o ângulo subentendido pelas estrelas estudadas deveria ser de 0,158 segundo de arco. A circunferência, como sabemos, contém 360 graus. Cada grau corresponde a 60 minutos de arco, e cada minuto de arco corresponde a 60 segundos de arco. Portanto, 0,158 segundo de arco é um ângulo muito pequeno.

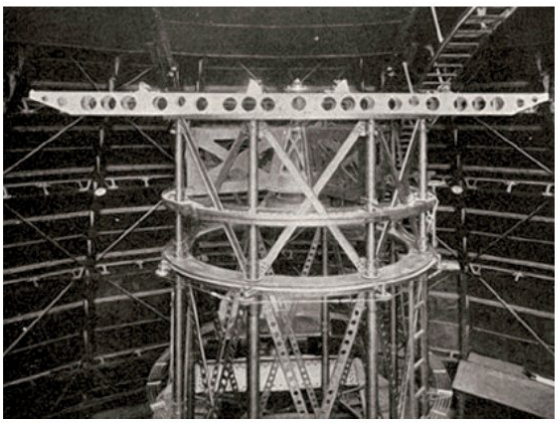
HÁ 90 ANOS

© BETTMANN/CORBIS/CORBIS (DC)/LATINSTOCK

Albert Michelson, ao centro, na companhia (da esquerda para a direita) de Milton L. Humason, Edwin Hubble, Charles E. St. John, Albert Einstein, William W. Campbell e Walter S. Adams, na biblioteca do observatório Mount Wilson, no início de 1931

O método parece ter sido reinventado pelo físico norte-americano Albert Michelson, que em 1891 realizou testes de laboratório em um sistema semelhante, dispondo de um telescópio de 12 polegadas e uma engrenagem com escala para que o observador pudesse alterar convenientemente a distância entre as fendas até que as franjas de interferência desaparecessem. Confiante nos resultados positivos de seu aparelho, Michelson utilizou-o para medir os diâmetros dos satélites galileanos de Júpiter, encontrando valores comparáveis com as médias de medições telescópicas. Entretanto o projeto não teve continuidade, em parte, especula-se, pela crença de que condições atmosféricas poderiam afetar a visibilidade das franjas de forma a inviabilizar a medição de diâmetros estelares.

Por volta de 1910 os trabalhos do químico e astrônomo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e do astrônomo norte-americano Henry Russel (1877-1957) levaram ao estabelecimento de uma relação entre a luminosidade de uma estrela e seu tipo espectral, o que permitiu uma estimativa do tamanho real das estrelas. A disponibilidade de cálculos teóricos de referência (com os quais contrastar eventuais medidas) e a indicação das estrelas que seriam alvos preferenciais fizeram ressurgir o interesse pela técnica.



MICHELSON, A. A. & PEASE, F. *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 1921, PLATE IV.

Interferômetro estelar montado pelo físico Albert Michelson sobre o telescópio do observatório Mount Wilson, na Califórnia, com o objetivo de medir o diâmetro de uma estrela. A grandeza relevante é a separação entre os espelhos M_1 e M_4

Gigante vermelha

Mas só em 1919, ano em que Michelson retomou seus testes com o interferômetro estelar no observatório de Yerkes, em Wisconsin, e em Mount Wilson, na Califórnia, ficou estabelecido que era possível obter franjas com boa visibilidade mesmo quando as condições atmosféricas eram proibitivas para observações telescópicas tradicionais. Michelson, que havia recebido o Nobel de Física em 1907 e era uma figura influente na ciência norte-americana, incluiu outros astrônomos conterrâneos no projeto. George Hale (1868-1938) incumbiu John Anderson (1876-1959) de utilizar o interferômetro com o telescópio de 100 polegadas de Mount Wilson

para, inicialmente, medir a separação angular entre estrelas binárias (ver 'Chuva de matéria no céu', em *Ciência Hoje* nº 267, p. 50). A dupla que forma a binária Capela foi escolhida como alvo devido à separação estimada entre suas componentes com base na análise espectroscópica de sua órbita e de sua distância estimada por paralaxe (deslocamento aparente da posição da estrela em relação ao fundo de estrelas mais distantes quando observada de diferentes pontos da órbita da Terra).

Trabalhando de dezembro de 1919 a abril de 1920, Anderson conseguiu não só medir a separação entre as estrelas que formam Capela, mas também desenvolver uma técnica nova que envolvia uma máscara giratória para que as fendas pudessem ser giradas defronte ao telescópio. A partir do efeito da rotação na visibilidade das franjas, a posição correta era então encontrada. O efeito passou a ser usado para identificar se determinada estrela era ou não binária ou, equivalentemente, se variações na visibilidade das franjas de interferência de uma estrela permaneciam quando da rotação da máscara com as fendas, o que rendeu a Capela o epíteto "amiga dos interferometristas".

Em dezembro de 1920, Michelson, trabalhando com Francis Pease, conseguiu finalmente obter uma medição para o diâmetro de uma estrela. O alvo foi Betelgeuse (α-Orionis), a gigante vermelha no ombro do Órion, para a qual o interferômetro de 100 polegadas, ajustado para distanciamento máximo entre as fendas, já havia detectado um enfraquecimento da visibilidade das franjas, que não se alterava com a rotação da máscara – indicando, portanto, que não se tratava de um par de estrelas.

Michelson suspeitava que uma separação das fendas um pouco maior já seria suficiente para fazer desaparecer as franjas, mas não havia um telescópio maior para tentar provar isso. A solução foi usar um sistema de espelhos móveis sobre uma haste de aproximadamente 6 m para trazer a luz de distâncias maiores que o diâmetro do telescópio e formar o sistema de interferência. Os espelhos eram então progressivamente afastados até que as franjas desaparecessem, o que ocorreu quando estes estavam a cerca de 3 m de distância um do outro. Isso significa um diâmetro angular de 0,047 segundos de arco para Betelgeuse. Levada em conta a paralaxe (0,018 segundos de arco), isso atribuiu ao diâmetro da estrela o valor de 386 x 10^6 km, maior que o diâmetro da órbita da Terra em torno do Sol.

Roberto Affonso Pimentel Jr.
Colégio de Aplicação,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

UM MERGULHO NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

DO GÁS HILARIANTE AO REFLEXO CONDICIONADO
DA ORIGEM DAS ESPÉCIES AO RITMO CARDÍACO
DA INVENÇÃO DA PILHA À ERA ESPACIAL
DO TELÉGRAFO SEM FIO À INTERNET
DE MARCO POLO À REVOLUÇÃO LINGUÍSTICA
DA CRIAÇÃO DA ONU À GEOPOLÍTICA ATUAL

Conheça nestes 3 volumes os fatos que mudaram nossa forma de ver a natureza, o universo e o ser humano

PEÇA JÁ SUA COLEÇÃO **0800 727 8999**
www.cienciahoje.org.br

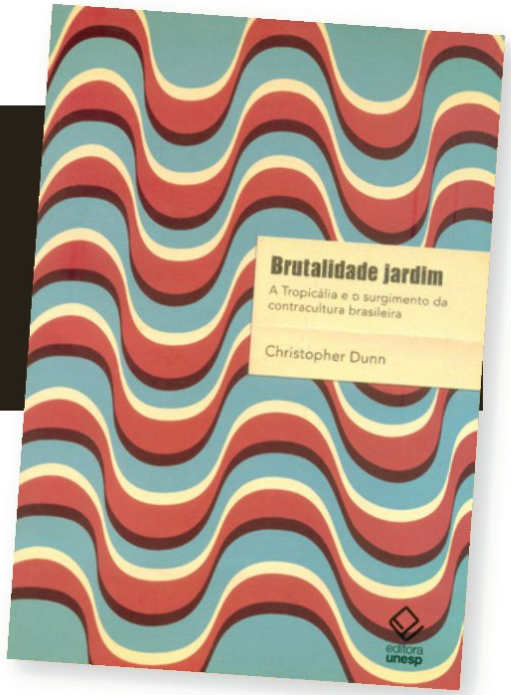
RESENHA

Nada mais tropicalista

Brutalidade jardim – A Tropicália e o surgimento da contracultura brasileira

Christopher Dunn

São Paulo, editora Unesp, 276 p., R$ 37



Este livro foi escrito como tese de doutorado em 2001 e publicado originalmente nos Estados Unidos em 2003. Esse dado é fundamental para entendermos o desafio, os limites e a qualidade do seu trabalho, já que o livro de Christopher Dunn apresenta ao leitor estrangeiro – ou a um leigo de qualquer nacionalidade – um passeio pela cultura brasileira moderna e contemporânea. No texto da contracapa, o músico norte-americano David Byrne, um dos responsáveis pela difusão da Tropicália nos Estados Unidos, anuncia a importância internacional da publicação e afirma: "Neste livro o leitor encontrará peças do quebra-cabeça que constitui nossa identidade". Nesse trecho, o pronome "nossa" ganha uma dupla face ao unir brasileiros e norte-americanos ao redor do mesmo evento. Nada mais tropicalista, portanto, que o livro de Dunn.

E é justamente essa necessidade de "introduzir o Brasil" para um leitor não familiarizado com o país que faz com que Dunn transforme *Brutalidade jardim* em uma bela aula sobre o Brasil no século 20. Por recuar até o modernismo da década de 1920 e chegar até os dias de hoje, o autor passeia por um período fundamental da cultura brasileira – da Poesia Pau-brasil até a Axé Music, do Estado Novo ao Governo Lula da Silva. Esse olhar generoso sobre o país e sua história faz com que a leitura deste livro seja importante não só para o público internacional, como também para o público brasileiro.

Em seis capítulos, Dunn nos conduz na formação de um espaço crítico e produtivo fundado a partir do crescente diálogo entre as artes brasileiras e do seu embaralhamento permanente com referências culturais internacionais. Acompanhando o processo de modernização industrial e a expansão dos centros urbanos, das universidades e da cultura de massas no país, Dunn constitui passo a passo os caminhos que artistas e intelectuais ligados à Tropicália trilharam até a eclosão do movimento batizado pela imprensa da época de "tropicalismo".

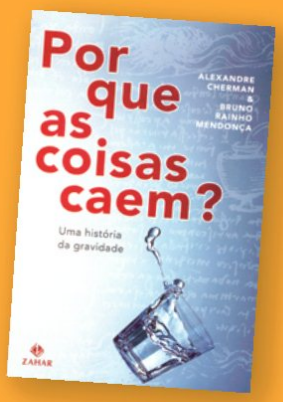
Um dos maiores êxitos de sua rigorosa pesquisa consiste na ampliação de abordagens e hipóteses sobre um evento histórico já bastante estudado por uma série de trabalhos consagrados. Após dois capítulos iniciais de apresentação do quadro cultural brasileiro pré-tropicalista, o livro mergulha em seu assunto principal e consegue fornecer um roteiro completo dos eventos e personagens do período. Além de conhecermos a história em torno de toda a movimentação tropicalista – um feixe de atividades que parte da música popular e ilumina diversas outras áreas como o cinema, as artes visuais, o teatro, o jornalismo e a literatura –, Dunn nos apresenta um painel completo do pensamento crítico sobre o tema ao analisar trabalhos importantes escritos nos anos 1960-1980 como os de Roberto Schawrz, Silviano Santiago, Heloísa Buarque de Hollanda, ou Celso Favaretto. A partir dessa revisão crítica, sua análise sobre a Tropicália não cai nas armadilhas dos clichês que relacionam de forma

automática os trabalhos feitos em diferentes frentes de ação no emblemático ano de 1967. Em vez de aceitar passivamente a história canônica sobre o período – como, por exemplo, as que relacionam superficialmente as carreiras de José Celso Martinez Corrêa, Caetano Veloso e Glauber Rocha a um projeto estético aparentemente elaborado em conjunto – o autor apresenta ampla documentação sobre os diversos discursos que foram, posteriormente, amarrados acriticamente na ideia de um movimento coletivo e consensual entre os agentes envolvidos.

Por envolver intelectuais de diferentes áreas e idades, a Tropicália, ao contrário do que muitas análises fazem parecer, não foi um movimento cultural cujas ideias surgiram de uma mesma origem ou dos mesmos interesses por parte dos agentes envolvidos. Como nos mostra Dunn, mesmo a escolha entre as palavras 'tropicalismo' ou 'Tropicália' para abordar esse período não é tão simples. Ao contrário, em 1967 as duas ideias não significavam a mesma coisa. Enquanto Tropicália tem sua origem na obra e na trajetória criativa do artista plástico carioca Hélio Oiticica, o termo 'tropicalismo' torna-se corrente a partir da coluna-blague 'A cruzada tropicalista', publicada por Nelson Motta no jornal *Última Hora* em fevereiro de 1968. Além disso, se em 1967 as canções de Caetano Veloso e Gilberto Gil eram o início popular de suas carreiras, tanto Glauber Rocha quanto José Celso já estavam em pleno voo criativo e apontavam para uma ruptura estética e política radical em relação a certos consensos históricos entre a intelectualidade brasileira da época.

Por fim, outros pontos fundamentais na análise de Dunn consistem na extensão temporal e espacial de seu estudo. Sem permanecer amarrado às datas presentes na maioria dos trabalhos sobre o tema (1967-1972), ele nos conduz através dos anos de carreira de Gilberto Gil, Caetano Veloso e Tom Zé, demonstrando como suas biografias artísticas – e políticas – conservam até hoje alguns dos princípios revolucionários do tropicalismo. Demonstra também seu papel crucial na difusão da contracultura e das manifestações da cultura africana no Brasil. Além disso, Dunn inclui em sua análise um ótimo panorama da 'diáspora tropicalista' ocorrida nas últimas décadas ao redor do mundo tanto no meio musical quanto no meio acadêmico. Discos, livros e filmes estrangeiros retomam a força original da Tropicália e transformam a vanguarda brasileira dos anos 1960 em vanguarda mundial dos anos 2000. Assim, *Brutalidade jardim* é mais do que um estudo apurado do evento cultural brasileiro. O próprio trabalho de Dunn é a prova de que, definitivamente, a geleia geral brasileira ainda ecoará pelo planeta por muito tempo.

Frederico Coelho
Departamento de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

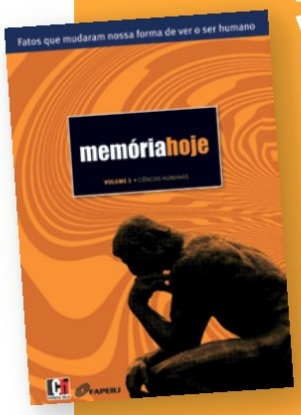


Por que as coisas caem?

Alexandre Cherman e Bruno Rainho Mendonça

Rio de Janeiro, Zahar, 245 p., R$ 39

'Uma história da gravidade' é o subtítulo deste livro, que busca desvendar os mistérios desse fenômeno. Em linguagem simples e descontraída, os autores, ambos astrônomos da Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro, mostram que a gravidade não interessa apenas a cientistas experientes, mas é um fascinante elemento presente em tempo integral em nossas vidas. Eles imaginam o encontro entre dois dos maiores gênios da história da ciência, Isaac Newton e Albert Einstein, e convocam ainda muitos outros pensadores que se dedicaram a entender essa poderosa ação física, responsável pela queda das maçãs e pelo movimento dos planetas.



Memória Hoje volume 3 – Ciências Humanas

Alicia Ivanissevich e Antonio Augusto Passos Videira (orgs.)

Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje/Faperj, 280 p., R$ 20

Depois dos volumes abordando as ciências biológicas e as exatas, sai o volume de ciências humanas da série Memória Hoje, que traz artigos originalmente publicados na seção 'Memória' da revista *Ciência Hoje*. São muitos os temas contemplados pela coletânea, tratando de marcos da vida brasileira e internacional. A ciência dos descobrimentos no século 15; a luta das comunidades indígenas contra os portugueses; a descoberta da Pedra de Roseta no século 18; a participação de André Rebouças na campanha pela Abolição e a criação do Mercosul são apenas alguns exemplos. Assinados por pesquisadores como José Murilo de Carvalho, Ildeu de Castro Moreira, Renato Lessa e Francisco Carlos Teixeira da Silva, os artigos focalizam fatos, teorias e descobertas que mudaram nossa forma de ver o ser humano.

Críticas à revista

Faço alguns comentários visando melhorar a qualidade da *CH*, da qual sou assinante e ávido leitor. Na edição de março último, o artigo intitulado 'Nutricosméticos' foi extremamente decepcionante para mim, pois não parecia que eu estava lendo uma revista de divulgação científica, tal a superficialidade e a ausência de citações de trabalhos que comprovassem as informações dadas. Mais parecia que eu estava lendo uma daquelas inúmeras revistas (...) que falam sobre dietas, alimentos e exercícios miraculosos, sem se preocuparem com a qualidade da informação divulgada. No terceiro parágrafo da página 25, há uma imprecisão conceitual que se repete em vários artigos já publicados pela revista: o autor do texto usa o termo "queimar caloria". Uma revista como a *CH* não pode permitir que imprecisões científicas como essa sejam admitidas. (...) Minha outra crítica vai para a própria seção de cartas do leitor. A carta de Roberto C. de Azevedo, intitulada 'Confusão mental', nem mesmo deveria ser cogitada para publicação em uma revista de divulgação científica, pois sua opinião com relação ao processo evolutivo é nitidamente de cunho religioso e seus argumentos são tão absurdos que demonstram sua total ignorância sobre como se constrói o conhecimento científico. Opiniões desse tipo não cabem em uma revista de ciência. (...)

Ricardo D'Addio da Silva
Por correio eletrônico

✉ *As críticas construtivas sempre são bem-vindas, pois ajudam a melhorar a revista. Esclarecemos, porém, que os alimentos e cosméticos funcionais são objeto de pesquisa em todo o mundo, e que as referências aos estudos nessa área podem ser encontradas nos livros, artigos e páginas da internet incluídos nas sugestões para leitura. Quanto à carta citada, de fato deveria ter sido acompanhada de uma resposta da* CH, *em defesa da teoria da evolução, que é complexa, mas não "confusa", e que vem sendo continuamente confirmada desde que foi proposta, há 150 anos.*

Confusão do leitor

A respeito do comentário 'Confusão mental', publicado na seção de cartas da *CH* 268, sobre a nota 'Ardi, nossa nova avó', publicada na *CH* 265, achei estranha a falta de esclarecimento de qualquer especialista da revista para a confusão, que é do autor da carta, por falta de informação. Por isso, ele 'projeta' na sua imaginação tal confusão para o meio científico. Primeiro, alega confusão para os estudantes, sem apontar como a teoria da evolução humana está exposta nos livros didáticos. Não vejo como as descobertas atuais lancem confusão na teoria da evolução, uma vez que não a desmentem, mas apenas esclarecem lacunas e detalhes. Se há confusão sobre a teoria, esta deve-se à qualidade dos livros didáticos, por apresentarem essa teoria por meio de modelos muito simplificados. Segundo, quanto à afirmação de que o fóssil não é avó, nem prima, mas sim macaco, recomendo ao cidadão ler mais artigos do biólogo Richard Dawkins, que já afirmou ser mais provável que qualquer fóssil ancestral do homem seja um primo, pois é muito improvável achar um fóssil da linhagem direta do ser humano atual. (...) Chamar 'Ardi' (o hominídeo *Ardipithecus ramidus*) de nossa 'avó' é uma metáfora. Esse fóssil é uma amostra daquela época, podendo não ser 'avó' de ninguém. Apresenta uma ideia de como era a morfologia de uma espécie da época, que pode ou não ser ancestral do ser humano atual. Finalmente, espanta-me ninguém responder à declaração de que a teoria da evolução está em crise. O leitor confunde a revisão de detalhes do processo evolucionário com a própria teoria da evolução em si. Esta, ao contrário do que ele afirma, está cada vez mais bem demonstrada nos registros fósseis. (...)

Nildson de Ávila Silva
Por correio eletrônico

✉ *Ver resposta à carta anterior.*

Mata atlântica

Gostaria que a *CH* fizesse uma reportagem sobre a mata atlântica dentro dos municípios brasileiros (ou de alguns estados). Será que, depois de 500 anos, a população não pode deixar a mata atlântica em paz? Será que é necessário acabar com os 7% que ainda restam? Seria bom ter mais reportagens sobre esse assunto.

Eryki José Gomes
Por correio eletrônico

✉ *A* CH *preocupa-se com a destruição da mata atlântica e tem publicado textos sobre pesquisas realizadas nesse bioma. Os mais recentes foram os artigos 'Floresta atlântica nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade'* (CH *263) e 'Planárias terrestres: modelo de estudo para a proteção da mata atlântica no corredor da serra do Mar'* (CH *267).*

Correção

• O final do texto de abertura do artigo 'Retomada criativa do marxismo', publicado na seção 'Memória' da *CH* 270, ficou truncado. O trecho que deveria ser publicado diz que, na obra do filósofo francês Jean-Paul Sartre (1905-1980), "destaca-se *Crítica da razão dialética*, publicado em 1960. Sartre entregou-se freneticamente à produção dessa obra, trabalhando até 12 horas por dia sob o efeito de anfetaminas, o que teria arruinado sua saúde. Desse trabalho descomunal resultou uma retomada inteligente e criativa da obra de Karl Marx (1818-1883)".

• A última frase da matéria 'De mãe para filho' (*CH* 271, p. 51) saiu truncada. O final correto diz que os dados "estão nas bases de pesquisa Pubmed, Scielo e SI-Web".

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

Martin Gardner (1914-2010)

Marco Moriconi

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

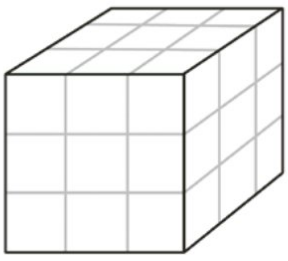
Morreu, no último 22 de maio, aos 95 anos, Martin Gardner, o homem que fez mais pela divulgação da matemática no século passado do que qualquer outro. Segundo o matemático norte-americano Ronald Graham, ele "transformou milhares de crianças em matemáticos, e milhares de matemáticos em crianças". Além de divulgador da matemática, Gardner foi feroz crítico da pseudociência, de OVNIs a curas miraculosas. O legado de Gardner, sem dúvida, continuará por gerações.

Como pequena homenagem, apresentamos aqui três problemas de seu livro *My best mathematical and logic puzzles* (*Meus melhores problemas de matemática e lógica*, infelizmente sem tradução para o português).

Primeiro: dois mísseis estão indo um em direção ao outro. Inicialmente, encontram-se à distância de 1.317 km, sendo que um se move a 11 mil km/h, e o outro, a 13 mil km/h. Calcule mentalmente a distância entre eles um minuto antes da colisão.

Segundo: você tem uma balança de pratos, dessas que compara pesos. Dadas duas bolas aparentemente idênticas – porém, uma sendo um pouco mais pesada – é fácil descobrir esta última com só uma pesagem. Com quatro bolas, sendo uma mais pesada que as outras, é possível achar a mais pesada em duas pesagens. Pergunta: e o mesmo problema, mas com nove bolas?

Terceiro: é possível dividir um cubo de madeira em 27 cubinhos menores, usando seis cortes de serra (figura). Mas será possível realizar essa tarefa rearranjando os cubos a cada corte?



As soluções – com a clássica simplicidade e elegância gardneriana:

Primeiro: a velocidade relativa dos mísseis é 24 mil km/h, que dá 400 km por minuto. Portanto, um minuto antes de colidirem eles estarão a 400 km.

Segundo: duas pesagens bastam. Divida as nove bolas em três grupos de três bolas. Escolha dois e compare: i) se der igual, a bola mais pesada está no outro grupo de três bolas. Escolha duas desse outro grupo e compare. Se um prato descer, ele é o que tem a bola mais pesada; se ficar igual, a pesada é a bola que sobrou; ii) se um dos pratos na primeira comparação descer, então a mais pesada está nesse prato. Escolha duas delas e compare. Se der igual, a mais pesada é a que restou; se der diferente, a mais pesada é a do prato que desceu.

Terceiro: o cubinho do centro tem seis faces que devem necessariamente ser cortadas. Não importa como se rearranjem os pedaços do cubo: teremos que fazer, no mínimo, seis cortes. ■

DESAFIO

Mais uma de Gardner: Depois de cortar o cubo do problema três acima, colamos as peças de volta, formando novamente um cubo. Um cupim, com grande apetite, decide dar um passeio gastronômico pelos cubinhos. Inicialmente, ele está fora do cubo. A tarefa dele é passar por todos os cubinhos ('restaurantes') uma só vez, sem nunca sair do cubo maior, mas tendo que atravessar de um cubinho para o outro só em direções paralelas ao lado do cubo (ou seja, não pode cruzar na diagonal). Será possível realizar essa tarefa?

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Há maneiras criativas de contar o número de grãos de feijão em um quilograma. i) pegue um punhado (uns 10 gramas) e conte. Multiplique o resultado por 100; ii) pegue um recipiente cilíndrico e encha um pouquinho. Conte quantos grãos são necessários e meça a altura h dessa pilha. Encha o cilindro com o quilograma e meça a nova altura H. O número de grãos deve ser o que você contou antes, multiplicado por H/h; iii) junte 10 amigos, divida em 10 montinhos aproximadamente iguais e conte. Some o resultado de cada um; iv) pesquise no Google!

Da diferenciação racial

Renato Lessa

Departamento de Ciência Política
Universidade Federal Fluminense – rlessa@cienciahoje.org.br

Ninguém tem dúvida de que a demografia é de extrema utilidade. Sem seus métodos e procedimentos, jamais teríamos noções apropriadas sobre a composição das populações. Disto não decorre que a leitura de um censo demográfico possa ser tomada como descrição adequada de uma experiência nacional. Tal experiência, para além de dimensões demográficas, inclui um incontável universo de crenças, valores e hábitos sociais, algo que poderíamos designar como um 'patrimônio qualitativo', cujos contornos escapam à análise predominantemente quantitativa. Apesar de sua inegável importância, um censo demográfico não dá a medida da imagem do que é o país, dos modos pelos quais ele se percebe nas representações que faz de si mesmo.

Parte fundamental do patrimônio qualitativo diz respeito aos modos pelos quais um conjunto de seres humanos imagina-se como integrante de um povo, mais do que de uma população. A ideia de povo é algo que se forma, ao longo do tempo, por meio da fixação de imagens e crenças coletivas de pertencimento. Nem todos aderem ou são afetados por tais crenças coletivas. Alguns podem, mesmo, oscilar entre um forte estranhamento com relação à identidade nacional à qual supostamente pertencem e uma sensação oceânica de que se dissolvem naturalmente em sua pátria. Tome-se o caso do escritor português Eça de Queirós (1845-1900), que, quando viajava de navio da Inglaterra para o sul da França, dizia que Portugal tinha um bom litoral para que nele se atirassem pedras. O que não impediu sua reconciliação com os hábitos e encantos de seu país, tal como expressos no magnífico livro *A cidade e as serras*.

É exatamente a crença na desigualdade étnica que constitui o combustível para crenças etnocidas

Quando falamos em populações, é possível imaginar formas de pertencimento baseadas em dois critérios: a vinculação (1) a um *demos* comum, vinculado a um estado nacional, dotado de um marco jurídico-político comum, ou (2) a um *ethnos*, definido como um conjunto de pessoas que compartilham de identidades culturais, étnicas, linguísticas, julgadas mais densas do que um mero vínculo abstrato e formal.

O primeiro critério apresenta-se, em regimes democráticos, sob a forma de uma cidadania que garante direitos e critérios de justiça comuns. Políticas sociais, mesmo quando voltadas para segmentos específicos da população – mais pobres ou mais vulneráveis –, decorrem da ideia de um pertencimento cívico e social comum. O critério fundado na ideia de *ethnos* considera identidades compartilhadas e distintas de outras identidades, mesmo que submetidas formalmente a um mesmo Estado.

Não é impossível, porém, a convivência entre os dois critérios de pertencimento. Identidades locais podem conviver com sentimentos de inclusão mais gerais. Tudo dependerá da presença e da capacidade de um ordenamento geral que garanta direitos e deveres comuns e possa avançar na direção do reconhecimento de demandas e necessidades particulares a subconjuntos da população. Em termos gerais, toda experiência nacional reúne partes heterogêneas. A questão toda consiste em saber se tais partes aparecem combinadas e associadas ou em cenários de exclusão recíproca e distinção. A obsessão pela distinção, sobretudo quando fundada em marcadores raciais, implica o risco da erosão do pertencimento comum.

O Estatuto da Igualdade Racial, recentemente votado pelo Senado brasileiro, a despeito de seu nome, acaba por introduzir marcadores de distinção racial. Para evitar suspeitas de racialismo, ele substitui a expressão "desigualdade racial" por "desigualdade étnica", o que agrava, em plano retórico, a percepção dos efeitos do racismo. É exatamente a crença na desigualdade étnica que constitui o combustível necessário para crenças etnocidas. No mais, o critério 'étnico' – modo politicamente correto de se falar em 'raça' – apresenta-se como compulsório para o ensino da história do país, para as políticas de saúde e de habitação.

Mais do que isso, o Estatuto introduz no ordenamento jurídico do país o princípio da diferenciação racial, digo, 'étnica'. Trata-se, por certo, de uma inovação. Agora, é ver que efeitos produzirá em nossas crenças de pertencimento.