ciência hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

235



MEDICAMENTOS
Brasil entra na corrida da produção racional de fármacos

FILOSOFIA POLÍTICA
Em busca da tradição republicana e do humanismo cívico

AMAZÔNIA
Como assegurar a soberania e o desenvolvimento sustentável?

Cavernas do Brasil

Mistérios geológicos em paisagens subterrâneas

VOL. 40
MARÇO
2007
R$ 8,90

No escuro das cavernas

Consideradas bens da União e áreas de preservação permanente pela legislação brasileira, as cavernas ainda são um misterioso mundo a ser explorado. Essas cavidades abertas em formações rochosas atraem o interesse da humanidade desde a pré-história e despertam sobretudo a curiosidade da comunidade científica, que se empenha atualmente em conhecer melhor sua origem e idade. No Brasil, já são conhecidas pouco mais de 5 mil cavernas, mas as estruturas geológicas encontradas no território nacional indicam que provavelmente existam dezenas de milhares delas no país. Seu estudo permite obter importantes informações geológicas e indícios relevantes de variações climáticas ocorridas nos últimos milhares de anos.

Até poucas décadas atrás, a procura por novos medicamentos capazes de tratar doenças com mínimos efeitos colaterais era pior do que buscar uma agulha no palheiro. Centenas ou milhares de substâncias eram testadas para verificar suas propriedades terapêuticas, em um processo moroso e muitas vezes ineficaz. Hoje, a descoberta de fármacos segue um novo parâmetro: após escolher um alvo biológico envolvido na doença em questão, os cientistas selecionam substâncias com comprovada atuação naquele alvo e alteram partes de sua estrutura química, para eliminar, acrescentar ou modular propriedades. Só então testam sua ação. Esse sistema racional de pesquisar promissores candidatos a medicamentos já está sendo adotado no Brasil.

Os debates sobre filosofia política contemporânea vêm sendo enriquecidos pelo diálogo com o passado. Nas últimas décadas, temas como republicanismo e humanismo cívico ganharam novo impulso e se tornaram indispensáveis nos estudos sobre regimes democráticos. O recurso à tradição mostrou-se um caminho bem-sucedido para fazer a interação entre uma pesquisa detalhada de história das idéias e as exigências de nosso tempo.

A redação

ciência hoje

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

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

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

REDAÇÃO
Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado e Mariana Ferraz • **Colaboraram neste número** • Franciane Lovati (reportagem) e Cássio Leite Vieira (reportagem e edição); **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho
ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviane e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@amperdesign.com.br)

SUCURSAIS
SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita da Costa (verarita@cienciahoje.org.br). End.: Antiga Reitoria da USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374. Travessa J, sala 232, Cidade Universitária, CEP 05508-900. São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3814-6656 e Telefax: (0xx11) 3091-4192
SUL • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

REPRESENTAÇÕES
SALVADOR • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA. CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606
COMERCIAL E PROJETOS EDUCACIONAIS • **Superintendente** • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Tatiana Marques. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 5083-5025 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • **Gerente** • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

REPRESENTANTES COMERCIAIS
BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 226-1824/ 9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824
PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo
RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana
EXPEDIÇÃO • **Gerente** • Adalgisa Bahri
IMPRESSÃO • Sinergia Gráfica e Editora Ltda.
DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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

SBPC

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

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

Apoio
MCT CNPq FINEP

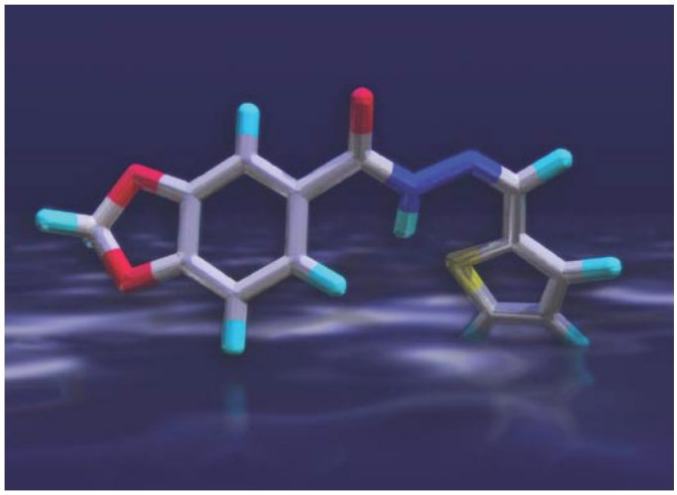
ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
0800 727 8999

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

PARA ANUNCIAR
TELFAX.: (0xx11) 5083-5025
cienciasp@cienciahoje.org.br

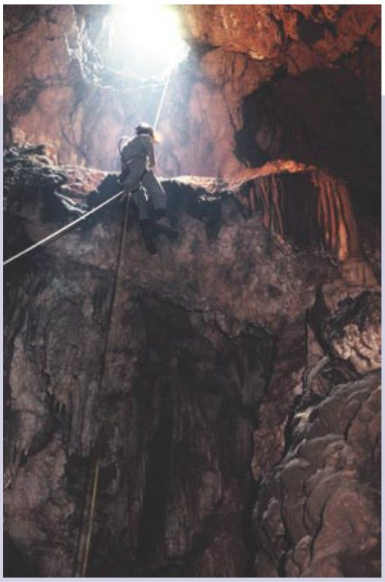
18 Paisagens subterrâneas do Brasil

Muitas informações geológicas podem ser obtidas na exploração de cavernas. Os depósitos sedimentares de seu interior, por exemplo, revelam importantes registros de variações climáticas ocorridas nos últimos milhares de anos.
Por **Ivo Karmann** e **William Sallun Filho**



26 A descoberta racional de fármacos

A procura por novos medicamentos, capazes de controlar ou curar doenças com o mínimo de efeitos colaterais, deve ser feita com um planejamento racional que permita encontrar candidatos promissores de forma mais eficaz. Esse tipo de pesquisa vem sendo feita no Brasil.
Por **Eliezer J. Barreiro**



Capa: Descida do abismo da entrada da Gruta do Periquito, em Bonito (MS). Foto de William Sallun Filho

32 Em busca da tradição: republicanismo e humanismo cívico

As pesquisas sobre pensadores como Maquiavel ganharam impulso nas últimas décadas, sobretudo aquelas associadas à tradição republicana – tema que hoje é central nos debates sobre a natureza das sociedades democráticas.

Por **Newton Bignotto**



O LEITOR PERGUNTA

4 **A acreção de matéria a uma estrela libera de 15 a 60 vezes mais energia que a fusão do hidrogênio? Por que isso ocorre?**

4 **É verdade que bebidas isotônicas, se consumidas em excesso, podem danificar o rim e/ou o fígado?**

5 **Como acabar com o cheiro de mofo dos livros antigos?**

5 **O vitiligo tem cura?**

ENTREVISTA

Bertha Becker

6 **Revolução para a Amazônia**
Geógrafa propõe desenvolvimento científico e tecnológico para a região

MUNDO DE CIÊNCIA

10 **Inalantes: alto risco de dependência**
Estudo mostra que tolueno age na mesma área cerebral que a cocaína

A PROPÓSITO

17 **Olha os hominídeos aí, gente!**
Divulgação científica, mesmo no Carnaval, merece seriedade

EM DIA

37 **Tamanho não é documento**
Estudo desvincula volume cerebral a processamento de informações

38 **Suíça: pequenas moléculas, grandes negócios**
País quer ser líder em biociências com 'revolução silenciosa'

44 **BCG decifrada**
Bacilo presente em vacina contra tuberculose tem genoma seqüenciado

46 **Olhar de raios X**
Radiação é aplicada na análise de tecidos atingidos pela catarata

48 **Plantio ecológico**
Sistema permite ter lavoura de tomates mais saudável

50 **Vida sobre galhos**
Cobras arborícolas têm órgãos reprodutores dispostos em outro local

52 **Mistério desvendado**
Fenômeno raro dos raios-bola é reproduzido em laboratório

54 **Dois mosquitos incomodam muito mais**
Dispersão do *A. albopictus* pode representar risco ao controle da dengue

OPINIÃO

56 **A esfinge amazônica e o desenvolvimento sustentável**
Soberania e crescimento não-predatório são desafios para o país

ENSAIO

61 **Feromônios e afrodisíacos na seda**
Escolha de parceiros entre aranhas envolve diferentes pistas químicas

PRIMEIRA LINHA

64 **Microssensores com tecnologia nacional**
Brasil desenvolve dispositivos de alto desempenho e confiabilidade

67 **HIF: proteção para as células**
Proteína aciona genes que evitam danos quando falta oxigênio nos tecidos

70 **Os estresses ambientais e a fotossíntese**
Pressões no ecossistema afetam metabolismo de plantas em manguezais

RESENHA

74 **A matemática universal**
Resenha do livro *O universo e a xícara de chá*, de K.C. Cole

MEMÓRIA

76 **Revolução galileana na filosofia**
Há 200 anos Georg Hegel publicava o clássico *Fenomenologia do espírito*

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

80 **De volta às pontes de Königsberg**
Novo desafio para os passeios propostos por Euler

A acreção de matéria a uma estrela libera de 15 a 60 vezes mais energia que a fusão do hidrogênio? Por que isso ocorre?

RICARDO RIVALDO, POR CORREIO ELETRÔNICO

A acreção de matéria – deposição de matéria ao redor de um astro por efeito da gravitação – pode liberar grandes quantidades de energia em algumas situações. Uma delas é quando consideramos que a matéria está em acreção a um objeto compacto muito massivo.

Um exemplo é a situação que acontece no estágio final do colapso de uma pré-supernova. A matéria das camadas mais externas se deposita sobre um pulsar em formação na sua região central. O pulsar, que também pode ser chamado de estrela de nêutron, é o resto de estrelas que explodiram, as supernovas. A atração gravitacional do pulsar acelera a matéria, transferindo-lhe enormes quantidades de energia de movimento. Isso também pode acontecer na transferência de matéria em um sistema estelar binário, envolvendo uma estrela normal e uma estrela de nêutron.



Concepção artística de um disco de acreção (vermelho e laranja) em torno de um buraco negro. Esse sistema binário, conhecido como GRO J1655-40, ainda contém uma estrela (à direita) cuja massa está sendo 'sugada' para dentro do disco de acreção

M. WEISS (CXC), NASA

Em ambos os casos, a acreção de matéria sobre o objeto compacto pode transferir energia cinética ainda maior que aquela apontada pelo leitor. O ponto relevante é que temos um campo gravitacional extremamente intenso na vizinhança do objeto compacto massivo, com uma massa maior que a massa do Sol, concentrada em uma região do tamanho da Terra. O campo gravitacional na superfície desses objetos é mais que um milhão de vezes maior que aquele na superfície da Terra. Assim, a gravitação transfere mais energia, por grama da matéria em queda, que aquela produzida na reação de fusão do hidrogênio.

Sérgio Duarte
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas



É verdade que bebidas isotônicas, se consumidas em excesso, podem danificar o rim e/ou o fígado?

FERNANDO MARENCO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Quando nos referimos a algum tipo de bebida isotônica, significa que essa solução é composta por eletrólitos (sódio, potássio, cloro e magnésio) em concentrações equivalentes às encontradas no sangue do ser humano. Em razão disso, as bebidas isotônicas dificilmente podem trazer algum prejuízo aos sistemas corporais, a não ser que o indivíduo já apresente alguma complicação patológica, como, por exemplo, diabetes, hipertensão e problemas renais e hepáticos. Além dos eletrólitos, as bebidas isotônicas possuem carboidratos em quantidades relativamente baixas, que contribuem para o fornecimento de energia para os músculos durante a prática de exercícios físicos sem sobrecarregar o aparelho digestório.

Durante o processo de transpiração, não só água mas também eletrólitos são perdidos, devendo ser repostos para o adequado funcionamento corporal. Esse é mais um bom motivo para o uso de bebidas isotônicas, principalmente em dias mais quentes e úmidos, quando a transpiração ocorre de forma mais acentuada. Portanto, indivíduos saudáveis podem fazer uso de bebidas isotônicas sem preocupação. Vale ressaltar que indivíduos portadores de patologias, como as citadas acima, estão aptos a utilizar bebidas isotônicas somente sob orientação de seu médico e/ou nutricionista.

Anielle Cristine Agnelo D'Angelo
Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo

Como acabar com o cheiro de mofo dos livros antigos?

JOSÉ EDUARDO, POR CORREIO ELETRÔNICO

Os fungos se propagam pela disseminação de grande número de conídios (esporos) produzidos assexuadamente e esporos resultantes de reprodução sexuada. Os esporos – o termo é usado aqui independentemente do processo a partir do qual eles são produzidos – podem se dispersar pelo ar e se depositar sobre qualquer superfície pela ação da força de gravidade, germinando onde encontram condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Também podem ficar no estado de dormência em condições não favoráveis.

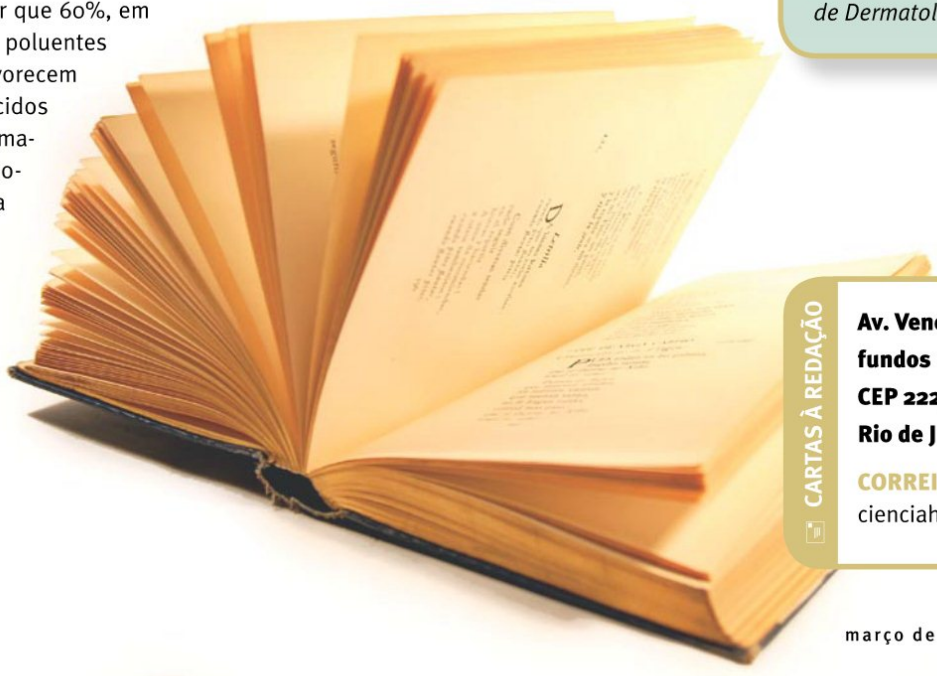
As enzimas hidrolíticas extracelulares, produzidas pelos fungos, são responsáveis pela degradação de compostos orgânicos complexos em moléculas simples, que serão absorvidas pelo fungo, promovendo o seu crescimento e colonização do substrato (superfície onde se desenvolvem). O papel, o pergaminho, o couro, o tecido e a cola são higroscópicos, isto é, possuem uma quantidade de água em sua estrutura molecular, podendo absorver 10% de água presente no ar, tornando-se um substrato disponível à colonização de fungos.

Os ambientes com umidade relativa do ar maior que 60%, em combinação com poluentes atmosféricos, favorecem a formação de ácidos pela hidrólise da matéria orgânica, colaborando para a germinação dos esporos de diferentes espécies de fungos. A ação dos fungos se manifesta pelo aparecimento de manchas de cor amarelada, com a parte central marrom – ainda que outras cores possam aparecer, dependendo da espécie do fungo – com aspecto granular e pulverulento.

A prevenção é a melhor maneira para minimizar o desenvolvimento dos fungos, pois as opções de tratamento são limitadas nesses tipos de substratos e não há soluções caseiras que permitam obter bons resultados. A temperatura deve ser 20°C ± 2 graus e a umidade do ar não deve exceder a 55%. A limpeza e a conservação devem ser cuidadosas e regulares, pois a poeira e a sujeira são grandes fontes de esporos, tanto ativos quanto inativos. A estratégia global segura, portanto, é manter a área onde se encontra o acervo o mais controlada possível.

Para mais informações sobre conservação de acervos, veja a página http://www.cpba.net .

Marília Martins Nishikawa
Departamento de Microbiologia, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz



O vitiligo tem cura?

EDUARDO FERNANDO PINHEIRO, POR CORREIO ELETRÔNICO

O vitiligo é uma doença que está relacionada com os anticorpos, agentes do sistema imunológico. Em uma das recentes descobertas, detectou-se a presença de um anticorpo destruidor de melanócitos, as células que produzem o pigmento responsável pela cor da nossa pele, chamado de melanina. Por essa razão, na linguagem médica, o vitiligo é conhecido como uma doença auto-imune, não sendo contagiosa. A cura é possível para muitos quando ocorre a compensação dos fatores imunológicos que originam a doença, auxiliada pelas diversas formas de estímulo da pigmentação. Para outros portadores de vitiligo, o tratamento procura estimular os melanócitos vizinhos a produzirem o pigmento a fim de cobrir as áreas comprometidas. No entanto, é preciso ter consciência de que essa doença tem grande chance de reaparecer, daí a necessidade de uma manutenção periódica.

Abdiel Figueira Lima
Sociedade Brasileira de Dermatologia (Presidente)

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

REVOLUÇÃO PARA A AMAZÔNIA



FOTO CEDIDA PELA ENTREVISTADA

Bertha Becker

Região de maior biodiversidade do planeta, onde está localizado o sistema fluvial mais extenso e de maior massa líquida da Terra e a maior floresta pluvial tropical, a Amazônia é hoje foco de múltiplos e conflitantes interesses. Para articular as diversas demandas sobre a região, o governo brasileiro tem contado com a ajuda da geógrafa Bertha Becker, professora emérita da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Desde 1970, ela embrenha-se na floresta para ouvir índios, empresários, peões, religiosos e representantes do governo e compreender os vários olhares sobre esse complexo território de 5,22 milhões de km². Hoje seu nome é uma referência mundial, quando o assunto é Amazônia.

Convidada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em 2004, para subsidiar a gestão integrada dos projetos para a Amazônia, da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped), Becker defende uma política de consolidação do desenvolvimento da região que impeça a destruição de seu bem maior: a diversidade do patrimônio natural e cultural.

Atualmente, a geógrafa dedica-se a estratégias de implementação dessa política, acentuando a importância de uma revolução científica e tecnológica que inclua uma logística específica para a Amazônia. Tal logística, em sua opinião, deve-se centrar nas cidades, no fortalecimento institucional e na regionalização, identificando as diferentes áreas dentro da extensa região, com suas potencialidades e limitações.

Nesta entrevista, Bertha Becker fala de suas propostas.

Andréa Gouthier
Especial para *Ciência Hoje*/DF

A senhora diz que o ambientalismo preservacionista, hoje, já não consegue atender às demandas por desenvolvimento dos atores sociais da região. Como o governo federal poderia conciliar uma política de desenvolvimento e, ao mesmo tempo, evitar a degradação do patrimônio natural?

É preciso superar a falsa dicotomia entre desenvolvimentismo e ambientalismo. O desenvolvimentismo, cujo auge ocorreu durante o Programa de Integração Nacional (PIN), entre 1970 e 1985, provocou intensos conflitos sociais e ambientais na região. A percepção da crise ambiental no planeta gerou forte pressão internacional e nacional contra essa política. A preocupação social com a conservação da natureza e o temor econômico de que a natureza se torne um recurso escasso convergiram para um modelo ambientalista. Ora, os processos sociais são bem mais complexos do que faz supor tamanha polarização. O desenvolvimentismo não exige a destruição da natureza e a conservação do meio ambiente não requer sua preservação total, imobilizando o crescimento econômico. O que ocorreu na Amazônia é que o ambientalismo excessivamente preservacionista da década de 1990 se esgotou como modelo para a região por uma dupla razão: primeiro, porque não conseguiu barrar a expansão da agropecuária capitalizada; segundo, porque a conscientização crescente da população amazônica, que demanda melhores condições de vida, resultou na criação de mercado de trabalho e renda e, portanto, no uso do seu patrimônio natural. Por essas razões, o desafio para o desenvolvimento da Amazônia é conceber e implementar um modelo que utilize o patrimônio natural sem destruí-lo, atribuindo valor econômico à floresta, de forma que ela possa competir com as *commodities*. A ciência, a tecnologia e a inovação são fundamentais para implementação desse novo modelo, contribuindo para organizar a base produtiva regional e gerar riqueza e trabalho. Não se trata de 'tecnologismo', mas de geração e uso do conhecimento de múltiplas disciplinas.

Para explorar a biodiversidade, é necessário um controle sobre o seu acesso. Como está hoje a questão da biopirataria na região e o que poderia ser feito para evitar esse problema?

A biopirataria existe, mas não é o maior problema. Uma das grandes questões na Amazônia é a ausência do Estado e das instituições responsáveis por fazer cumprir a lei. Uma ação positiva seria superar as ações setoriais isoladas, promovendo sua articulação em arranjos institucionais coletivos. Foi o que tentou o grupo interministerial de trabalho ao buscar asfaltar a rodovia Cuiabá-Santarém. A ação seria muito mais eficaz, contudo, se ela fosse feita diretamente no território. Outra forma seria envolver as populações locais na vigilância. Há que se pensar mais, certamente, para passar de discursos a ações concretas.

Em relação a projetos de preservação ambiental com capital estrangeiro, a senhora alerta para o risco de privatização e internacionalização da Amazônia pela compra e o controle de grandes áreas de terra. O que poderia ser feito para evitar isso?

Idealmente, deveríamos ter um desenvolvimento autóctone, isto é, implementado por brasileiros e visando a benefícios para a população regional e nacional. Parece que, face à globalização, o país tem que mudar as estratégias, inserindo-se no mundo para não ser excluído, como ocorreu com a África, mas assegurando a autonomia das decisões quanto ao modo de realizar essa inserção.

O desafio para o desenvolvimento da Amazônia é conceber e implementar um modelo que utilize o patrimônio natural sem destruí-lo, atribuindo valor econômico à floresta, de forma que ela possa competir com as *commodities*. A ciência, a tecnologia e a inovação são fundamentais para implementação desse novo modelo

Em 2004, a senhora realizou um estudo para a gestão integrada dos projetos para a Amazônia da Seped/MCT, visando subsidiar as políticas de ciência e tecnologia para a região. Quais propostas poderia destacar?

Foram duas as propostas centrais. A primeira referiu-se à gestão do conhecimento; no caso, os projetos científicos implementados na Amazônia pela Seped – LBA [Experimento em Larga Escala da Biosfera e Atmosfera na Amazônia], Geoma [Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia] e PPBio [Programa de Pesquisa em Biodiversidade] – visando alcançar complementaridade e eliminar redundâncias. A segunda foi uma proposta de ação: implementar cadeias tecnoprodutivas para uso da biodiversidade desde o âmago da floresta às indústrias, para gerar trabalho e riqueza sem destruir as florestas. Um exemplo que me parece viável é a construção dessa cadeia a partir da Floresta Nacional do Tapajós [Pará], onde um significativo número de pequenos produtores extrai óleo de andiroba e de outras

Acredito que só o desenvolvimento regional responsável, usando o potencial oferecido pela natureza sem degradá-la e visando a benefícios para a população regional e nacional, impedirá o desmatamento da Amazônia

árvores e vende o produto em pequenos vidros. Um centro de pesquisa em Santarém ou Itaituba, voltado para a formação dessa cadeia, poderia ser um grande estímulo inicial para a área, que vai contar com a rodovia Cuiabá-Santarém asfaltada.

Em relação ao projeto LBA, que alguns consideram ainda polêmico por ter grande interesse e participação internacional, quais são os benefícios para o Brasil?

Os benefícios trazidos pelo LBA são vários, destacando-se o desenvolvimento da pesquisa de ponta e o treinamento de pesquisadores em ciência de fronteira; o avanço no conhecimento das relações entre a biosfera e a atmosfera, contribuindo para a compreensão da tendência ao aquecimento global. O grande acordo com a Nasa [Agência Espacial Norte-americana] já terminou, limitando-se, hoje, a negociações de subprojetos. O caso da LBA ilustra o que afirmei na resposta à terceira questão – inserção internacional com autonomia de decisões, no caso, quanto à agenda de pesquisa, que deve priorizar o interesse regional e nacional.

O asfaltamento da BR-163, que liga Cuiabá (MT) a Santarém (PA), deve acelerar o avanço da pecuária e do plantio de soja na Amazônia. O grupo interministerial, do qual a senhora faz parte, estudou alternativas econômicas para evitar ou minimizar esse impacto?

A preocupação maior, e muito justa, foi a de analisar e tentar barrar essas tendências, e não tanto a de focalizar alternativas econômicas. Minhas propostas ressaltam quatro questões: a) substituição do modelo de assentamento do Incra [Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária], que data dos anos 50, por fazendas solidárias ou vilas agroindustriais cooperativadas; b) conceber e fortalecer uma logística do 'pequeno', capaz de garantir a produção dos produtores familiares e seu escoamento, tendo a cidade como centro; c) implementar cadeias produtivas para uso da biodiversidade, convergindo para Itaituba ou Santarém, onde uma filial de centro de pesquisa deveria ser instalada; d) pensar na possibilidade de solucionar os conflitos fundiários por meio da supressão de títulos de propriedades após um marco zero, liberando apenas concessões de uso.

Por que esse modelo de assentamento tradicional não funciona na Amazônia? Como a senhora idealiza a implementação das fazendas solidárias?

O modelo de assentamento tradicional não funciona porque: a) os assentamentos recebem lotes de 100 hectares [ha], dos quais, por lei, só podem utilizar 20 ha, e com suas técnicas primitivas pouco produzem; b) os assentamentos, em geral, são localizados no meio da floresta, sem estradas para transportar a parca produção e acessar os mercados; c) o isolamento impede acesso a serviços públicos básicos; d) são presas fáceis de fazendeiros e madeireiras. Já as fazendas solidárias ou vilas agroindustriais têm como vantagem: a) aglutinar lotes de produtores, gerando uma escala e uma densidade mínima necessária à produção – 20 ha de cada assentado corresponderiam a 200 ha, no caso de uma vila com 200 assentados; b) implantar com mais eficiência os serviços de saúde, educação e informação e modos de agregar valor ao produto; c) organizar cooperativas e acesso ao mercado; d) facilitar o investimento governamental em substituição a um apoio pulverizado para 500 a 700 assentamentos dispersos.

Uma das causas da expansão agrícola na Amazônia seria o baixo preço da terra. Como o governo poderia agregar valor à terra com floresta nativa de modo a conter ou diminuir o ritmo do avanço da fronteira agrícola?

A questão não é atribuir maior valor à terra e, sim, aos recursos naturais – biodiversidade, madeira, pesca, água, minérios etc.

Na década de 1990, a senhora foi contratada pelo PPG7 [Programa Piloto de Proteção para as Florestas] para integrar uma equipe de trabalho que definiria a metodologia de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) para a Amazônia. O ordenamento territorial da região, no entanto, não aconteceu. O que recomendaria para viabilizá-lo?

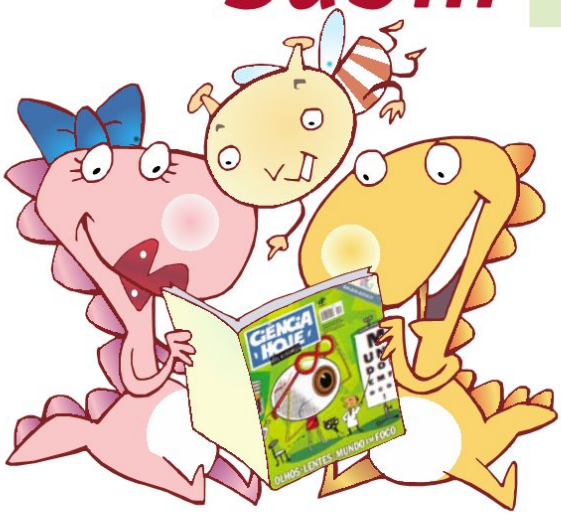
O ZEE foi retomado nesse início de milênio, em nível nacional (conjunto de instituições) e em nível regional, destacando-se o que está em elaboração para a área da BR-163, que agrega pesquisadores do estado do Pará, da Embrapa [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária] e do IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Importante nessa mudança de atitude é a manifestação da população regional que, nas consultas públicas, solicitou, em primeiro lugar, a presença do Estado, em segundo, as estradas, e em terceiro, o ZEE. Minha interpretação é que a demanda por ZEE significa, em última análise, a definição das regras do jogo no território, reportando-se à questão institucional apontada na minha segunda resposta.

A taxa de desmatamento na Amazônia vem caindo de agosto de 2004 para cá, mas ainda é alta. O que a senhora acha da proposta que a ministra Marina Silva fez em novembro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, no Quênia, de criar um fundo que permitisse aos países desenvolvidos destinar recursos às nações que reduzissem o desmatamento? Isso resolveria o problema do desflorestamento da Amazônia?

A proposta da ministra Marina Silva é muito justa e oportuna. Afinal, os países desenvolvidos são os que mais contribuem para a emissão de gases de efeito estufa e para o aquecimento global. É mais fácil para eles organizarem um mercado de emissão de carbono do que implantar uma nova matriz energética, que seria muito oneroso. E alguns desses países nem mesmo querem assinar o Protocolo de Kyoto. Acontece que proteger a floresta tem, também, um custo elevado que recai sobre os países onde ela se localiza, como é o caso do Brasil. Assim, contribuir para o fundo sugerido pela ministra não seria mais do que obrigação desses países. Essa iniciativa, contudo, não resolveria o problema do desmatamento na Amazônia, que é muito mais complexo. Seria necessário intervir nas forças que organizam os mercados globais, na consciência das grandes empresas transnacionais e nacionais e na efetiva vontade política governamental. A queda do preço da soja pode influir, sem dúvida, na retração da fronteira móvel, mas novos produtos valorizados no mercado podem ameaçar a floresta; daí a necessidade do governo e de todos os setores da sociedade de se anteciparem para evitar a expansão desordenada da cana-de-açúcar e de outras plantas para a produção de biocombustível.

Por essas razões, acredito que só o desenvolvimento regional responsável, usando o potencial oferecido pela natureza sem degradá-la e visando a benefícios para a população regional e nacional, impedirá o desmatamento da Amazônia. Isso demanda um planejamento estratégico. Uma revolução científica e tecnológica multidisciplinar é fundamental para atribuir valor econômico à floresta e capacitá-la a enfrentar a competição com as *commodities*. Entre as mudanças institucionais necessárias, destaca-se o papel que a sociedade civil organizada e a empresa privada nacional devem assumir no planejamento estratégico do desenvolvimento regional; é hora de consolidar a parceria público-privada no país e de o setor privado assumir sua responsabilidade com a região. Finalmente, a regionalização é uma estratégia essencial por reconhecer potencialidades e limitações diferenciadas na grande região, a ela ajustando os princípios do planejamento. ■

Einstein Pasteur Da Vinci
Sabin Galileu Newton



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

ASSINE 0800-7278999
www.ciencia.org.br



FARMACOLOGIA

Inalantes: alto risco de dependência

JEFFERSON COPPOLA/FOLHA IMAGEM

Pesquisa demonstrou, pela primeira vez, que o tolueno (inalante encontrado em removedores, tintas, colas, tíner etc.) age na mesma área cerebral que a cocaína, a anfetamina e o álcool. Esse resultado sugere que o consumo de produtos que contêm esse solvente pode acelerar a escalada para o uso de outras drogas. Os inalantes já são considerados a quarta droga mais consumida pelos adolescentes norte-americanos. No Brasil, seu uso, nessa mesma faixa etária, aumentou consideravelmente nos últimos anos. Apesar de terem fama de pouco perigosos, mesmo uma primeira exposição aos inalantes pode ser fatal. O artigo está em *Neuropsychopharmacology* (10/01/07 *online*).

Os inalantes (também conhecidos por solventes) são drogas muito usadas no Brasil em função de seu baixo preço e de sua facilidade de compra. Vários produtos comerciais contêm solventes voláteis, como cola de sapateiro, tintas, fluido de isqueiro, esmaltes, removedores, vernizes etc. Fazem parte desses produtos substâncias químicas, como o tolueno, benzeno, xilol, tricloroetileno, que induzem alterações neuropsicológicas quando inaladas.

Os efeitos dos inalantes são muito semelhantes aos da embriaguez alcoólica. Inicialmente, o usuário fica excitado, com sinais de euforia, desinibido, apresentando distorção da percepção da realidade. Em seguida, surgem sintomas mais depressivos, como letargia, ausência de coordenação motora, sonolência, fala pastosa e redução dos reflexos.

O tolueno, em particular, está presente em vários produtos industriais e domésticos. A intoxicação por esse solvente afeta o sistema nervoso central (cérebro) e causa dor de cabeça, náuseas, tontura e sonolência. Com o uso freqüente, o indivíduo se sente cansado, apresenta insônia, dificuldade de concentração, perda de memória, depressão, ansiedade e irritabilidade.

A forma de consumo é por inalação (pelo nariz ou pela boca). Apesar de considerados pouco perigosos, mesmo uma primeira exposição pode ser fatal. Os solventes são rapidamente absorvidos pela via respiratória, alcançam a corrente sangüínea, de onde são distribuídos para os tecidos.

Na inalação do solvente, os níveis de oxigênio do corpo caem. O maior problema é que as células do cérebro são muito sensíveis à queda de oxigênio. Assim, para aumentar o transporte sangüíneo de oxigênio para o cérebro, o coração começa a bater mais forte. O risco de morte decorre das arritmias cardíacas. O usuário pode também morrer de anóxia (falta de oxigênio no cérebro). Além da depressão respiratória provocada pela droga, o indivíduo pode se asfixiar com o saco plástico que põe na cabeça para aumentar o efeito.

As conseqüências comportamentais e seqüelas neurotóxicas do tolueno são bem conhecidas. Entretanto, não se sabia exatamente como essa substância agia no cérebro e por que algumas pessoas se tornavam dependentes.

A dependência a drogas decorre de vários motivos: predisposição genética, traços de personalidade, ambiente em se que vive. E, para que uma substância possa ser considerada uma droga de abuso, é preciso que perturbe o equilíbrio

da dopamina, uma das várias substâncias (genericamente chamadas neurotransmissores) responsáveis por transmitir informações entre as células do cérebro.

Os neurotransmissores têm um papel importante na manutenção de certas funções cerebrais. A dopamina, por exemplo, está envolvida nas sensações de prazer e euforia. Além de alterar esse neurotransmissor, uma droga de abuso precisa atuar na região do cérebro conhecida como via da recompensa – os 'reforçadores' naturais, como sexo e comida, agem nela. O aumento de dopamina nessa via é responsável pelas propriedades reforçadoras e estimulantes das drogas de abuso. Esse é o mecanismo primordial do aumento do prazer induzido pelas drogas, seja a cocaína e a anfetamina, ambas tipicamente psicoestimulantes, seja o álcool (etanol), que também tem um efeito depressor.

Artigo recentemente publicado em *Neuropsychopharmacology* mostrou, pela primeira vez, que o tolueno, a exemplo das demais drogas de abuso, aumenta a liberação de dopamina na via de recompensa – até então, não se sabia se o tolueno também alterava o centro de recompensa e de que forma o fazia. Ao focar seu estudo no mecanismo de abuso do tolueno, a equipe de Arthur Riegel, do Departamento de Farmacologia, da Faculdade de Medicina, da Universidade do Arizona, em Tucson (Estados Unidos), mostrou que essa é uma ação direta nas células do sistema responsável pela sensação de prazer.

Assim, a descoberta de que o tolueno age na mesma área cerebral que a cocaína, a anfetamina e o etanol sugere que o consumo de produtos que contêm essa substância pode acelerar a escalada para o uso de outras drogas.

O tolueno (líquido incolor, de cheiro forte e usado como solvente) é encontrado em vários produtos de venda legal, como removedores, tintas, colas e tíner. Outros inalantes também são usados de forma abusiva por apresentar efeitos neuropsicológicos similares ao tolueno, como éter, clorofórmio, cloreto de etila, benzina etc. – por sinal, seria interessante investigar se eles apresentam mecanismos de dependência semelhantes ao tolueno.

A forma de inalar a substância pode variar. Os usuários experientes aspiram o produto profundamente primeiro e, em seguida, fazem várias outras inalações mais curtas. Esses 'suplementos' de ingestão parecem ser necessários para preservar o efeito de euforia da droga. Riegel e colegas mimetizaram esse padrão de consumo, administrando o tolueno em doses escalonadas em um banho de cortes de cérebro de ratos (o experimento foi feito *in vitro*, ou seja, com tecido retirado do rato e não com o animal vivo). Os resultados também mostraram que essa substância é mais eficaz quando consumida segundo esse modelo.

Os solventes são drogas usadas principalmente por adolescentes do sexo masculino. Levantamentos epidemiológicos realizados pelo Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (Cebrid), da Universidade Federal de São Paulo, entre 1997 e 2004, indicam que o uso de inalantes entre adolescentes aumentou nos últimos anos no Brasil. Estudos do Instituto Nacional sobre o Abuso de Drogas (NIDA, na sigla em inglês) mostraram resultados similares nos Estados Unidos. Os inalantes já são considerados a quarta droga mais consumida pelos adolescentes naquele país.

Rosana Camarini
Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo

MEDICINA

VACINA RÁPIDA CONTRA ALERGIA

Tratar alergias exige uma dose extra de paciência quando o tratamento envolve vacinas. Os tipos atuais desse medicamento requerem que o paciente receba inúmeras doses por períodos que podem se estender por até cinco anos. Agora, uma nova vacina promete baixar o número de picadas para desprezíveis três, e isso ao longo de um mês.

A diferença da vacina desenvolvida pelo Instituto Suíço de Pesquisa sobre Alergia e Asma (conhecido pela sigla SIAF), associado à Universidade de Zurique, é que a molécula que desempenha o papel de princípio ativo é formada por três partes, uma delas sendo um alérgeno (substância que causa a alergia). As outras duas são responsáveis por desencadear uma cascata bioquímica que finaliza com as células TH1 (células T ajudantes do tipo 1) estimulando a produção de anticorpos protetores contra o quadro alérgico. Segundo os autores, esse processo requer cerca de 100 vezes menos alérgeno do que o presente nas vacinas tradicionais, pois as duas partes restantes da molécula levam o alérgeno ao alvo certo dentro do organismo.

O SIAF desenvolveu esse tipo de vacina para pêlo de gato, veneno de abelha, pólen e ácaros (que estão entre os alérgenos mais comuns) e o testou até agora em células em laboratório. Segundo os pesquisadores, os resultados foram muito animadores também em camundongos. Os testes em humanos com a vacina contra alergia a pêlos de gato devem começar ainda este ano.

***Allergy*, vol. 62, n. 2, p. 197, 2007**



EM FOCO



GERALD NEWLANDS

IDADE DA PEDRA • Uma primeira passada de olhos na imagem ao lado poderia levar o leitor a concluir que os artefatos são exemplos de instrumentos feitos por humanos da Idade da Pedra. Porém, os artesãos, no caso, são chimpanzés de Nioulo, na Costa do Marfim, o único sítio pré-histórico desses primatas conhecido. As peças, datadas como tendo cerca de 4,3 mil anos, são agora as evidências mais antigas do uso de instrumentos (no caso, para quebrar castanhas) por esses primatas.

Nessa época, os humanos estariam no final da Idade da Pedra, rumo ao período em que adotaram a agricultura. As peças, segundo o líder da equipe, Julio Mercarder, da Universidade de Calgary (Canadá), têm características muito semelhantes àquelas encontradas em instrumentos de pedra feitos por humanos. Juntamente com elas, foram encontrados resíduos de grãos ricos em amido, o que reforça o emprego das pedras para percutir alimentos.

Segundo os autores, vêm se acumulando evidências de que os chimpanzés transmitem informação cultural, o que reforça a hipótese de o uso de ferramentas ter sua origem em um ancestral comum das duas espécies. Outras duas hipóteses são as de que esse tipo de cultura material tenha aparecido independentemente entre hominídeos e chimpanzés ou ainda de que estes últimos a tenham imitado dos primeiros.

A idade das peças foi determinada por datação radioativa do carvão encontrado nas mesmas camadas do sítio de onde os artefatos foram extraídos. A primeira observação de uso de instrumentos por chimpanzés é do século 19.

Proceedings of the National Academy of Sciences, disponível em dx.doi.org, com o código 10.1073/pnas.0607909104

SONO TRANQÜILO • Insones do mundo, despertai para a novidade. Uma droga promete um sono mais longo e um dia seguinte sem os efeitos colaterais dos soníferos atuais. A substância é um bloqueador das orexinas, grupo de peptídeos (fragmentos de proteínas) presentes no hipotálamo (parte do cérebro), que ajudam a manter a pessoa alerta. Para 42 voluntários, foram dados bloqueadores das orexinas, enquanto 14 outros tomaram um medicamento disponível no mercado. Segundo os autores, a diminuição do estado de alerta no primeiro grupo foi duas vezes mais longa, sem os efeitos colaterais usuais (perda de memória, sensação de estar bêbado etc.). Os medicamentos hoje no mercado agem sobre o GABA, uma das várias substâncias (ou neurotransmissores) que banham o cérebro e que são responsáveis por transmitir informações entre as células nervosas. O problema é que o GABA está presente em várias outras áreas do cérebro que não aquelas relacionadas ao sono, o que leva aos efeitos indesejáveis dos soníferos convencionais. Alguns pontos tênues da pesquisa: a) a droga foi testada em voluntários sem distúrbios do sono; b) e por apenas um dia. Os autores dizem que ainda é preciso entender como a droga funciona no cérebro e se ela é ou não segura. Em outras palavras, por enquanto, os resultados são apenas uma jovem promessa para os insones.



Nature Medicine, fevereiro de 2007

MEDICINA

TESTE PRÉ-NATAL NÃO INVASIVO

Uma gota de sangue da mãe poderá ser suficiente para indicar se o feto é ou não portador de uma anomalia genética. Um novo teste conseguiu, ao extrair e analisar o DNA (material genético) do feto presente no sangue materno, indicar a presença da síndrome de Down.

Os testes foram aplicados ao sangue de 60 grávidas. Em 58 deles, o resultado foi correto (incluindo, dois casos de Down). Nos dois restantes, o teste indicou um falso positivo (ou seja, apontou a síndrome onde ela não existia) e uma normalidade em um caso em que o feto era portador de uma cópia a mais (três, no total) do cromossomo 21, que caracteriza a síndrome de Down. Segundo os autores, o estudo ainda é preliminar, e pesquisas posteriores poderão refinar a técnica.

A vantagem do teste, segundo Ravinder Dhallan, da empresa Ravgen, em Colúmbia (Estados Unidos), e colegas de universidades norte-americanas, é que um teste derivado desse método não ofereceria risco nem à mãe, nem ao filho. Hoje, os testes disponíveis são invasivos. Por exemplo, a amniocentese, que consiste em retirar líquido que protege o feto na barriga da mãe, traz riscos para a mãe e o feto. Mesmo o ultra-som necessita de testes complementares, igualmente invasivos.

***The Lancet*, 10/02/07**

SINTONIA FINA

No longo julgamento das questões relacionadas às mudanças climáticas, o réu, nas últimas duas décadas, sempre dava um jeito de sair do tribunal sem uma acusação formal, pois as provas contra ele sempre deixavam uma margem de dúvida em relação à autoria dos delitos. No último dia 2 de fevereiro (histórico, segundo os ambientalistas), um júri de 1,2 mil cientistas, de 40 países, foi peremptório em seu veredicto: o ser humano, devido às suas atividades, principalmente à queima de combustíveis fósseis, é culpado pelo aquecimento global. E, desta vez, as provas são "inequívocas", com 90% de confiabilidade, segundo os especialistas. A sentença veio na forma do primeiro capítulo do relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (mais conhecido pela sigla inglesa IPCC). Um resumo (21 páginas, em inglês) está disponível em http://ipcc-wg1.ucar.edu/ .

Alguns destaques revelados até agora:

- Em 2100, a temperatura média da Terra poderá subir entre 1,1 e 6,4 graus celsius (no relatório de 2001, essa variação ficava entre 1,4 e 5,8 graus), valores sempre relativos à temperatura média de 1990. Mas a faixa mais provável é a que cai entre 1,8 e 4 graus celsius, sendo este último número o relativo a um cenário de extrema emissão de gás carbônico (CO_2), o vilão do efeito estufa, fenômeno no qual o calor fica aprisionado na atmosfera.
- Os níveis dos mares deverão subir entre 18 cm e 59 cm, neste último caso em um cenário de intensa queima de combustíveis fósseis (no IPCC de 2001, essa variação extrema ficava, respectivamente, entre 9 cm e 88 cm). Os valores mais prováveis, porém, são 28 cm e 43 cm. Essa grande margem de variação se deve ao fato de não se entender bem como os efeitos do aquecimento global afetam a Groenlândia e a Antártida.
- As notícias também não são boas em relação a tempestades tropicais e furações. Segundo o relatório deste ano, há uma probabilidade entre 66% e 90% de que a atividade de ciclones tropicais aumente ao longo do século.
- As chuvas, naquele final de século, deverão aumentar em 20% nas latitudes médias e altas, e diminuir nas regiões tropicais.
- Antes da Revolução Industrial, no século 19, as emissões de gases do efeito estufa eram muito baixas, e a quantidade de CO_2 na atmosfera era de 280 partes por milhão (ppm). Em 2005, segundo o último relatório, esse número estava batendo em 379 ppm.

Agora é esperar pelo capítulo 2 do relatório, que tratará dos impactos das mudanças globais e deverá estar disponível no sítio do IPCC (www.ipcc.ch) no mês que vem. Em maio, é a vez da parte que aborda como abrandar esses impactos. O documento completo só ficará pronto no final deste ano.

Um novo relatório do IPCC deverá sair daqui a cinco ou seis anos. Apenas então se poderá avaliar se a condenação está fazendo algum bem para os condenados.

DESTAQUE

MEDICINA Proposto tratamento para doença rara do coração que aflige gestantes

CORAÇÃO NO PÓS-PARTO

Ela é rara, impiedosa, muitas vezes fatal e ataca em um dos momentos mais frágeis da vida de uma mulher: pouco antes ou logo depois do parto. Agora, a devastadora cardiomiopatia pós-parto parece ter encontrado um inimigo à altura: uma substância já usada para interromper a lactação e que promete tanto reverter quanto prevenir essa desordem misteriosa.

A freqüência da cardiomiopatia pós-parto varia muito de país para país. Por exemplo, nos Estados Unidos, ela incide em um entre 1,3 mil e 4 mil nascimentos. Já em países como Haiti, essa relação pode chegar a 1 para 300. Nos países desenvolvidos, ela é uma das principais causas de morte nos meses seguintes ao parto. A doença danifica o ventrículo esquerdo, que é responsável por bombear o sangue para o corpo.

Estudos recentes em camundongos indicaram que o vilão da história pode ser uma proteína anormal derivada da 'quebra' da prolactina (hormônio que estimula a produção do leite). Portanto, suspender a produção da prolactina, segundo a líder da nova pesquisa, Denise Hilfiker-Kleiner, da Escola de Medicina de Hannover (Alemanha), é a solução para o problema.

Fragmento aberrante

A equipe de Hilfiker-Kleiner mostrou que, em camundongos nos quais o gene STAT3 não está presente nas células do músculo cardíaco, ocorre a produção, em excesso, de uma enzima (catepsina D) que quebra a prolactina. O resultado dessa quebra é uma forma aberrante de fragmento do hormônio (prolactina 16kDa), que inibe o crescimento de vasos sangüíneos e promove a morte das células (no caso, as células que revestem a parte interna do coração).

O modo mais fácil de interromper a produção desses fragmentos nocivos é a administração da bromocriptina, segundo os autores, pois essa substância inibe a produção de prolactina e interrompe o processo bioquímico em sua origem. Todas as fêmeas de camundongos do experimento tratadas com essa substância sobreviveram a duas gestações. Cerca de 70% das não tratadas morreram.



O STAT3 está envolvido na proteção do coração contra agentes oxidantes, causando o aumento de enzimas que combatem esse processo. Seu papel é particularmente importante nas etapas iniciais e finais da gravidez.

A miocardia pós-parto é, em média, fatal em 15% dos casos. Na segunda gravidez, diz a pesquisadora, há chances de quase 100% de a doença reaparecer e de forma mais severa, causando a morte em metade das gestantes. Algumas sobreviventes, explica outro autor, Helmut Drexler, necessitam transplante cardíaco.

Os autores afirmam também ter encontrado a ausência do gene STAT3 no tecido cardíaco de mulheres que esperavam um transplante devido à miocardia pós-parto. A hipótese da prolactina foi testada na África do Sul em 12 mulheres gestantes com histórico da doença. Metade delas tomou bromocriptina por até três meses depois do parto. Nenhuma desenvolveu a doença. Do outro grupo, nenhuma tomou a droga, e três delas morreram nesse período.

Novo estudo, já em andamento, deverá verificar, em condições mais controladas, o uso da bromocriptina para a miocardia pós-parto em 100 mulheres sul-africanas.

Cell, 09/02/07

FÍSICA

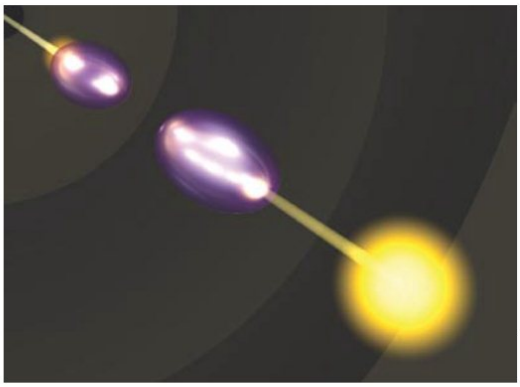
A LUZ QUE VIROU MATÉRIA, QUE VIROU LUZ...

Em geral, cientistas não ficam chocados ao lerem artigos de seus colegas, pois estão mais ou menos a par do que vem acontecendo na área. Esse não foi o caso de um resultado de física experimental no qual um pulso de luz foi injetado em um aglomerado de matéria e resgatado em outro local, intacto. O trabalho pode ter implicações importantes para o desenvolvimento de computadores quânticos e armazenamento de informação através da luz.

Michael Fleischhauer, da Universidade de Kaiserslautern (Alemanha), confessou que não pôde acreditar quando leu pela primeira vez os resultados do grupo de Lene Hau, da Universidade Harvard (Estados Unidos). Em seu comentário na mesma edição, ele diz que o fenômeno parece "magia negra". "Mas é, também, mecânica quântica", completou na mesma frase.

Há poucos anos, a equipe de Hau já havia ganhado destaque na mídia por fazer a luz diminuir sua velocidade de 300 mil km/s para meros 60 km/h (equivalente à de um ciclista) depois de passar pela matéria. Agora, outra façanha: ela e dois outros pesquisadores incidiram um pulso de luz sobre um aglomerado superfrio do mesmo tipo de matéria, conhecido como CBE (condensado de Bose-Einstein), que se comporta como se fosse um átomo gigante. Com a ajuda de um feixe de *laser* para controlar a experiência (ele incidia sobre os dois CBEs ao mesmo tempo), a informação contida no pulso ficou armazenada no primeiro CBE. Portanto, velocidade zero.

No entanto, a energia do pulso fez com que alguns átomos desse primeiro aglomerado ficassem mais energéticos (os físicos dizem que eles passaram a estados excitados) e, com isso, se movessem em direção a um segundo CBE e lá fossem absorvidos. Os dois CBEs foram preparados de forma independente e estavam separados por 160 milésimos de milímetro.



LENE HAU / NATURE

Concepção artística de um pulso de luz sendo transmitido entre dois condensados de Bose-Einstein

Quando o *laser* de controle voltou a incidir sobre os dois CBEs, o pulso de luz foi recuperado do segundo, com características idênticas ao primeiro pulso, apenas um pouco mais fraco no quesito energia.

Esses resultados, dizem os especialistas, serão certamente úteis para o desenvolvimento do computador quântico, que promete resolver em segundos tarefas que levariam milhões de anos para o mais veloz computador atual. Poderão também ser desenvolvidas formas de armazenar luz na matéria e posteriormente resgatá-la, juntamente com a informação nela contida.

Nature, 07/02/07

■ Em tempo: na linha de resultados que causam impacto, foi anunciado, pela empresa norte-empresa D-Wave Systems (www.dwavesys.com), o primeiro microprocessador quântico. Ele tem apenas 16 bits (unidades de informação), mas, segundo a empresa, já consegue resolver alguns problemas simples. Diferentemente dos resultados da equipe de Hau, esses foram recebidos com ceticismo pelos especialistas.

VIOLÊNCIA, SEXO E FIDELIDADE • Ser uma fêmea fértil em um bando de chimpanzés literalmente dói. Isso porque os machos com quem elas cruzam costumam surrá-las impiedosamente (às vezes, usando galhos) para que a companheira não os traia – de pouco adianta, pois esses primatas não são monogâmicos. Razão para essa brutalidade tão comum entre os chimpanzés: aumentar as chances de que a cria seja do macho que acabou de cruzar com a fêmea. Até agora, essa justificativa era uma hipótese, que parece ter sido comprovada com chimpanzés de Uganda. Por sete anos, eles foram filmados, e amostras de urina das fêmeas agredidas eram coletadas em árvores e folhas para medir a quantidade de hormônios que indicam o nível de estresse. Os resultados mostraram que as fêmeas que mais apanhavam (e que tinham os níveis mais altos de estresse) não eram apenas as que haviam tido mais parceiros, mas também as que, em média, tinham duas vezes mais chances de engravidar depois de uma relação. Os agressores eram, na maioria das vezes, os machos com quem elas haviam acasalado. Os autores concluíram que as fêmeas são forçadas à condição de fiéis pelos machos e que a violência não é um ato aleatório deles contra as fêmeas, nem mesmo uma disputa por alimentos. Um pesquisador, ao comentar o trabalho para o serviço noticioso *ScienceNow*, fez um pergunta pertinente (e aparentemente não respondida pelos autores): já que os altos níveis de estresse não são bons para a fêmea (úlcera, baixa imunidade etc.), como elas fazem para evitar as surras?

***Proceedings of the Royal Society of London B*, disponível em dx.doi.org, com o código 10.1098/rspb.2006.0206**

SESTA E CORAÇÃO • **A famosa sesta, mais comum no continente americano nos países de origem espanhola, ganhou uma verificação experimental de seus benefícios em outra região do mundo em que ela é também um hábito. Um estudo com 23.681 gregos, entre 20 e 86 anos, indicou que o risco de morte por doença cardíaca entre os que tiram uma soneca depois do almoço (independentemente da freqüência semanal ou da duração desse sono) é 34% menor. Esse resultado subiu três pontos percentuais para os que praticavam uma sesta de 30 minutos ou mais, pelo menos três vezes por semana. Entre os homens trabalhadores que praticam ocasional ou sistematicamente esse descanso, a redução do risco foi de 64% (para os homens inativos, ela permaneceu em 36%). Segundo os autores, uma possível explicação é que o sono depois do almoço reduz os mecanismos de estresse, principalmente os causados pelo trabalho. Quanto às mulheres trabalhadoras, a pesquisa não conseguiu fazer análises similares, pois apenas seis delas morreram ao longo dos cerca de seis anos em que o grupo foi acompanhado.** ***Archives of Internal Medicine*****, 12/02/07**

QUESTÃO DE PELE • **No futuro, a mesma técnica que gerou os camundongos abaixo poderá se tornar padrão para a clonagem de outros animais. Os roedores em questão nasceram de células-tronco extraídas da pele. Até agora, vários animais foram clonados empregando-se diferentes tipos de células. Porém, a eficiência do método ainda é baixa: em uma média grosseira, é preciso 100 clonagens (ou seja, a introdução do núcleo de uma célula em um óvulo sem núcleo) para que um ou dois animais nasçam. Agora, pesquisadores testaram a eficiência do método para vários tipos de células de pele. Descobriram que as extraídas de machos têm eficiência maior para a clonagem que as de fêmeas. E, entre os vários tipos testados, as células-tronco retiradas do folículo piloso (local na epiderme onde se origina o pêlo) dos machos apresentaram espantosos 5,4% de eficiência. Para os autores, essa nova fonte de células-tronco (que, em princípio, têm a capacidade de se transformar nos vários tipos de tecido do organismo) poderá ser aproveitada para a clonagem, pois essas células-tronco são fáceis de obter, bem como de injetar nos óvulos, por terem núcleos, em média, menores que os de outras células.** ***Proceedings of the National Academy of Sciences*****, disponível em dx.doi.org, com o código 10.1073/pnas.0611358104**



PETER MOMBAERTS ET. AL

SINTONIA FINA

Um diagnóstico positivo de câncer de mama geralmente faz com que pacientes e médicos passem a conviver com pelo menos duas dúvidas aflitivas: 'Haverá reincidência do quadro daqui a alguns anos?' e 'A quimioterapia é aconselhável para o tipo de tumor em questão, para evitar a volta da doença?'. Agora, um teste aprovado no início de fevereiro último pelo FDA (órgão norte-americano de regulamentação de alimentos e remédios) responde à primeira dessas perguntas (e, conseqüentemente, à segunda). E com precisão, garante o fabricante, uma companhia holandesa.

Pesquisa de 2002 já havia estimado que entre 70% e 80% das mulheres com câncer de mama que receberam quimioterapia não teriam uma recidiva da doença. O novo teste, baseado em um diagnóstico molecular personalizado, feito sobre uma amostra do tumor retirada cirurgicamente, analisa proteínas produzidas por 70 genes do tumor. Denominado MammaPrint, ele já estava disponível na Europa desde 2004. Segundo os fabricantes, no continente europeu, cerca de 3 mil deles já foram feitos, ao custo de aproximadamente US$ 3 mil (cerca de R$ 6,5 mil) cada.

Nem tudo é um mundo perfeito no caso do teste. Ele é estatístico. Assim, uma das críticas feitas ao procedimento é que, mesmo um paciente que receba uma classificação de baixo risco, terá ainda cerca de 10% de chance de o quadro voltar nos próximos 10 anos. Um dos críticos do teste alega que estatísticas não dão confiança ao paciente, e muitos deles acabariam por optar pela quimioterapia mesmo nos casos de baixo risco. Há outro teste no mercado norte-americano, mas ele só pode ser aplicado para um tipo de tumor, aquele que tecnicamente os médicos denominam 'sensível ao hormônio estrogênio'. Mais informações (em inglês) em www.agendia.com.

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)*

Olha os hominídeos aí, gente!



Franklin Rumjanek

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

Uma interessante controvérsia surgiu em janeiro no noticiário de carnaval. Uma escola de samba, a Beija-Flor, acusou outra, a Vila Isabel, de plagiar sua idéia de abordar a evolução humana usando símios para representar a origem do povo brasileiro. A Beija-Flor alegou ter usado a idéia em 1996 e reclamou que a concorrente não deveria repeti-lo em 2007, para – segundo os defensores da primeira – reiterar que os macacos seriam a origem da espécie humana. O foco da disputa é o plágio, mas deveria ser outro. Aparentemente, ambas as escolas estão convencidas de que os macacos foram de fato os precursores de nossa espécie. O Sambódromo, é claro, não se presta a preciosismos acadêmicos dessa ordem, mas, já que os carnavalescos se dispõem a popularizar um tema central da biologia, talvez devessem se informar um pouco mais.

Os humanos não se originaram dos macacos. Na verdade, todos os primatas – ordem de mamíferos que abrange humanos, macacos grandes e pequenos, lêmures e outros – tiveram ancestrais comuns, começando com os catarrinos, que habitavam a África há cerca de 35 milhões de anos. Os catarrinos (literalmente 'nariz estreito') compõem uma infra-ordem dos primatas, reunindo os macacos, os monos e o homem. Mais tarde, a linhagem dos hominóides viria a se separar dos demais catarrinos. O ancestral comum mais recente de gorilas, chimpanzés e humanos viveu há cerca de 17 ou 18 milhões de anos. Essas linhagens poderiam ser chamadas de gorilídeos e panídeos. Por fim, há cerca de 5 milhões de anos, a linhagem dos hominídeos se separou da dos chimpanzés. Desse modo, o *Homo sapiens* surgiu a partir de um ancestral que deu início a toda a linhagem dos diferentes hominídeos reconhecidos nos registros fósseis. Os macacos permaneceram como macacos.

Há ainda outro aspecto a ser considerado e que diz respeito ao Brasil e ao carnaval propriamente ditos. Sabe-se que o ser humano moderno somente chegou à América do Sul entre 13 e 17 mil anos atrás. Portanto, não foi o resultado da evolução de uma população hominídea autóctone. Em outras palavras, as Américas só passaram a hospedar os humanos recentemente. Os humanos evoluíram na África e depois se irradiaram para o resto do mundo. Desse modo, a versão da Beija-Flor, colocando os macacos na aurora do povo brasileiro, não está correta. Uma representação mais realista mostraria os protobrasileiros como silvícolas já prontos. Os macacos, se porventura vierem a fazer parte da alegoria, deveriam figurar apenas como simples animais domésticos.

A presente polêmica, porém, justifica-se plenamente. Esse equívoco evolutivo é bastante comum. Mesmo na época em que Charles Darwin (1809-1882) defendia seu livro *A origem das espécies*, no qual apresentava a teoria da evolução, a discussão entre evolucionistas e seus críticos invariavelmente envolvia a noção de que os macacos teriam sido nossos ancestrais. Além disso, existe um desenho muito difundido na mídia, e seguramente em alguns livros didáticos de menor qualidade, que sintetiza a evolução como uma seqüência de alterações, começando com um macaco e incluindo 'etapas' de hominídeos peludos e curvados que gradualmente passam a assumir a postura ereta, até a transformação em um ser humano moderno.

> A divulgação científica, qualquer que seja o fórum, deve ser levada a sério

Voltando ao carnaval, cabe reconhecer que a adaptação fiel da evolução humana às restrições impostas pelo desfile das escolas de samba seria complexa. Expressões como ancestral comum mais recente, catarrinos, hominóides e hominídeos introduziriam uma métrica complicada que dificultaria a rima de um samba-enredo. E a sua aceitação pelos foliões. Por outro lado, a divulgação científica, qualquer que seja o fórum, deve ser levada a sério. Constatou-se que a apresentação de um carro alegórico representando o DNA, no carnaval de 2004, teve uma grande repercussão e mostrou que milhões de pessoas no mundo inteiro prestaram atenção àquela manifestação. Até a revista científica *Nature* publicou uma nota a respeito ('Science to a samba beat', v. 428-21, 2004). Assim, fica evidenciado que, mesmo em um cenário improvável, a ciência demonstra grande poder inspirador – e não atravessa o samba. Diante de tanta gente, vale a pena então estar certo. ■

Paisagens subter



"Água mole em pedra dura tanto bate até que fura."
É assim que o ditado popular expressa a desagregação das rochas na natureza, o principal processo responsável pela abertura de cavernas. Segundo a definição adotada pela União Internacional de Espeleologia (UIS), cavernas são espaços vazios em rochas, formados naturalmente (o que exclui galerias ou túneis artificiais), com dimensões suficientes para dar acesso a humanos.
Do ponto de vista geológico, elas são cavidades em formações rochosas geradas, na maioria dos casos, por processos de dissolução da rocha. Além da beleza cênica, que sempre atraiu exploradores e curiosos, muitas informações geológicas podem ser obtidas nas cavernas, principalmente nos depósitos sedimentares de seu interior, que revelam importantes registros de variações climáticas ocorridas nos últimos milhares de anos.

Ivo Karmann
Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo
William Sallun Filho
Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo

râneas do Brasil

As cavernas vêm, desde a pré-história, atraindo o interesse da humanidade, como mostra a grande quantidade de registros arqueológicos encontrados em suas entradas e, mais raramente, em seu interior. Atualmente, essas surpreendentes formações despertam a curiosidade científica a respeito de sua origem e idade. No Brasil, as cavernas ainda são pouco estudadas, e certamente, no território nacional, muitas estão por ser descobertas. É espantoso pensar que, em uma era de explorações espaciais, muitos ambientes terrestres – como fundos de mares, densas florestas e cavernas – nunca foram explorados e estudados.

Em todo o mundo, já são conhecidas centenas de milhares de cavernas, e as galerias mapeadas somam provavelmente mais de 10 mil km. Esses números, no entanto, são pequenos: acredita-se que ainda existam milhares de cavernas desconhecidas na face da Terra. No Brasil, até 2006, haviam sido registradas 5.195 cavernas no cadastro do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (Cecav), vinculado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Essa quantidade, porém, é considerada mínima, já que as estruturas geológicas encontradas no país indicam que provavelmente existem dezenas de milhares dessas curiosas formações em terras nacionais.

Galeria na gruta Lapa Doce, em Iraquara (BA)

FOTO IVO KARMANN

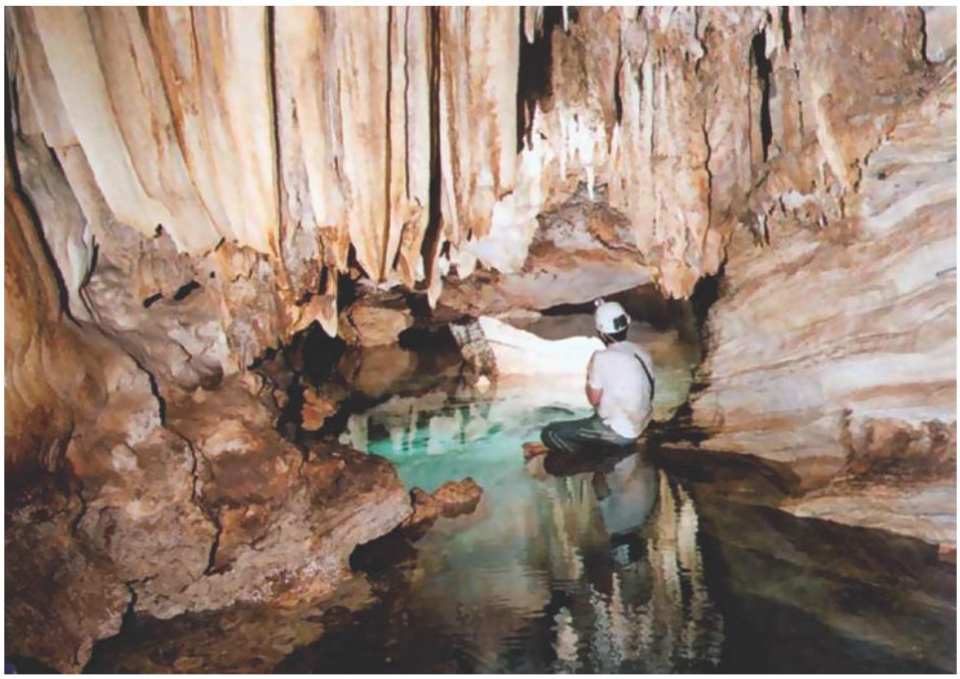


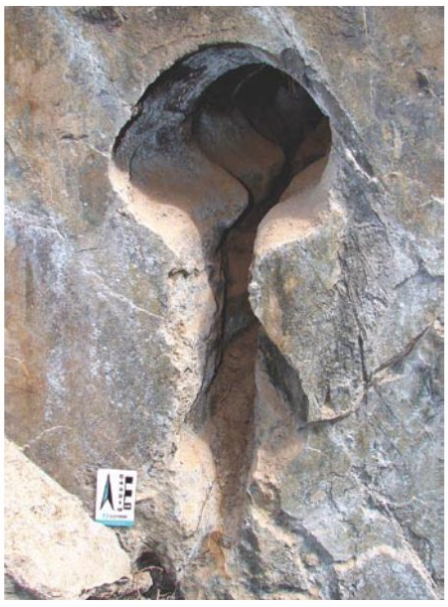
Figura 1. Galeria de rio subterrâneo, na gruta Currupira, em Rosário Oeste (MT)

FOTO DE IVO KARMANN

A origem das cavernas

As cavernas, em sua grande maioria, são componentes subterrâneos de uma formação geológica que se desenvolve na superfície terrestre a partir da dissolução de rochas. Essa formação é chamada de carste – ou, internacionalmente, *karst*, nome derivado de uma região da Eslovênia que apresenta essas características. O carste pode ser definido como um sistema onde ocorre a absorção e o transporte de água sob a superfície, o que leva ao surgimento de feições de relevo típicas, ligadas ao sistema de condutos subterrâneos por onde a água é conduzida – esses condutos, se acessíveis aos humanos, são chamados de cavernas (figura 1). A formação do carste depende da presença de rocha solúvel, de água e de desnível do relevo.

Figura 2. Protocaverna de pequenas dimensões (80 cm de altura), na estrada de Apiaí a Iporanga (SP)



A dissolução de rochas é atribuída principalmente à presença de ácido carbônico na água das chuvas e na água que atravessa os solos. Esse ácido (H_2CO_3) é produzido quando a água (H_2O) reage com o dióxido de carbono (CO_2). Sua produção aumenta no solo, devido à atividade biológica de raízes e microrganismos, que liberam CO_2. Embora todas as rochas sejam, ao menos em parte, solúveis em água, é denominada rocha solúvel aquela em que a maioria dos minerais que a compõem sofre dissolução total em contato com a água ácida, transformando-se em íons. Tais rochas, portanto, são as que mais favorecem o desenvolvimento do carste, principalmente as carbonáticas, ou seja, aquelas cuja fórmula contém o radical CO_3 (entre elas estão calcários, dolomitos e mármores).

Os calcários, que têm como principal componente – mais de 50% do total – o mineral calcita ($CaCO_3$), desagregam-se quimicamente por dissolução. A reação entre uma molécula de ácido carbônico (H_2CO_3) e uma de calcita gera um íon cálcio (Ca^{2+}) e dois íons HCO_3^-. Quando o calcário apresenta um certo teor de 'impurezas', deixa como resíduo insolúvel minerais que não se dissolvem em água, como os de sílica (argilas e quartzo). Ao contrário, um granito, composto principalmente por minerais de sílica (feldspato, quartzo e mica), produz muito resíduo insolúvel ao sofrer dissolução por águas naturais, pois o feldspato e a mica não se degradam totalmente, pois se transformam em outros minerais do grupo das argilas. O granito, portanto, é relativamente insolúvel, se comparado às rochas carbonáticas, e não forma carste.

Quimicamente, é necessário que a água mantenha sua capacidade de dissolução ao longo de grande parte do percurso subterrâneo. À medida que ela dissolve o carbonato, torna-se menos ácida e mais saturada, o que diminui sua capacidade de alargar os condutos. Mesmo assim, há cavernas em que a dissolução das rochas continua ocorrendo a grande profundidade, como ficou demonstrado em explorações com submersíveis e mergulhadores especializados. Atualmente, os geólogos reconhecem que outros ácidos, originados da circulação profunda, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), participam do processo, o que explica as grandes profundidades e distâncias de formação de cavidades e condutos. O ácido sulfúrico origina-se da reação do enxofre presente nas rochas com a água (que pode ser quente) e da transformação desse elemento por bactérias.

FOTO DE WILLIAM SALLUN FILHO

FOTO DE WILLIAM SALLUN FILHO



Figura 3. Dolina (formação decorrente do afundamento da superfície) do Buraco das Araras, em Jardim (MS)

Mesmo com a acidez da água, a formação de cavernas depende da presença, na rocha, de descontinuidades naturais, onde a água possa se infiltrar com facilidade. Tais descontinuidades podem ser a área de contato entre rochas solúveis e insolúveis, fraturas (planos de ruptura da rocha), falhas (planos de ruptura com movimentação relativa entre os blocos) e planos entre camadas de rochas sedimentares. O início da dissolução das rochas leva à formação de protocavernas, ou seja, canais de dimensões reduzidas, normalmente preenchidos por água (figura 2). Nessa fase, são inacessíveis a seres humanos, mas aos poucos esses canais evoluem para condutos maiores, até atingir grandes dimensões.

As cavernas são, evidentemente, muito mais recentes que as rochas que as abrigam. A diferença entre a época da formação dessas rochas e a época, mais recente, em que ocorre a deposição de espeleotemas (como estalactites e estalagmites, criadas pelo acúmulo em certos pontos de minerais carregados pela água) pode chegar a muitos milhões de anos. No Brasil, por exemplo, a maior parte das rochas carbonáticas foi depositada há mais de 600 milhões de anos, enquanto as cavernas formaram-se, em sua maioria, no Quaternário, o período geológico atual, iniciado há cerca de 2 milhões de anos.

Outras rochas, além das carbonáticas, permitem a formação de cavernas: são as rochas 'evaporíticas' e 'siliciclásticas'. Rochas evaporíticas – gesso ou sal, por exemplo – também possibilitam dissolução pela água, gerando um sistema cárstico. Já as rochas siliciclásticas, entre elas os arenitos e os quartzitos, são compostas principalmente de quartzo (mineral de sílica), mas podem gerar cavernas através da lenta dissolução desse material, que normalmente acontece sob clima quente. Essa dissolução também forma diminutos canais (protocavernas), que são alargados por ação mecânica.

FOTO DE WILLIAM SALLUN FILHO



Figura 4. Abismo existente na fazenda Boqueirão, em Bonito (MS)

Registro de climas antigos

As cavernas podem ser locais propícios para a acumulação de sedimentos clásticos ou químicos. Sedimentos clásticos são detritos carregados para o interior das cavernas através de aberturas que as conectam com a superfície. Esses detritos podem ser levados por correntes de água (de enxurradas e de rios com parte de seu trajeto subterrâneo) ou podem se originar da acumulação de materiais no fundo de depressões circulares (dolinas) (figura 3) ou de abismos (cavernas verticais) (figura 4). Blocos e partículas também podem chegar ao interior das cavernas por desmoronamento de trechos do teto, quando ocorre grande ampliação dos condutos subterrâneos (figura 5).



Figura 5. Salão na gruta Lapa Doce, com piso coberto por sedimentos arenosos de antigo rio subterrâneo, em Iraquara (BA)

FOTO DE IVO KARMANN

Nos casos em que as cavernas recebem detritos vindos da superfície, restos orgânicos também podem ser transportados e depositados em seu interior juntamente com os sedimentos clásticos. Em algumas situações, esse ambiente subterrâneo é favorável à fossilização desses restos orgânicos, recebidos às vezes por dezenas a centenas de milhares de anos, compondo um registro do passado naquele local. Um exemplo desse processo é a Gruta Azul, localizada na chapada Diamantina, na região central da Bahia, onde mergulhadores descobriram um esqueleto completo de preguiça-gigante (figura 6). O animal caiu por uma abertura no teto dessa caverna e seu esqueleto ficou preservado no fundo do lago por milhares de anos, até ser retirado recentemente por paleontólogos (ver 'O passado submerso', em *CH* n° 218). No Brasil, grande parte do conhecimento atual sobre os animais extintos nos últimos 2 milhões de anos vem do estudo de fósseis preservados em cavernas, como no caso das preguiças-gigantes (ver 'Preguiças terrícolas, essas desconhecidas', em *CH* n° 161). Esses estudos foram iniciados pelo dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880), conhecido como o 'pai' da paleontologia brasileira, na primeira metade do século 19, em Lagoa Santa e Curvelo (Minas Gerais), e pelo alemão Ricardo Krone (1861-1918), no final desse mesmo século, em Iporanga e Eldorado, no vale da Ribeira (São Paulo).



Figura 6. Esqueleto de preguiça-gigante retirado da Gruta Azul, em Iraquara (BA)

Já os sedimentos químicos compõem os 'espeleotemas', nome dado a todas as formações geradas por precipitação – com a ajuda da água – de minerais no ambiente das cavernas (figura 7). A água que penetra no interior dos maciços rochosos, através de pequenas fissuras e poros, é enriquecida com minerais dissolvidos. Quando a água atinge o espaço vazio das cavernas, esses materiais podem sofrer precipitação no teto, nas paredes e no chão, gerando estruturas variadas e de grande efeito visual. Apesar da enorme variedade de formas dos espeleotemas, a grande maioria destes é composta por apenas três minerais: calcita e aragonita (ambos têm a fórmula $CaCO_3$, mas o arranjo dos cristais é diferente), e gipsita (mineral de fórmula $CaSO_4.2H_2O$).

FOTO DE IVO KARMANN

DESENHO DE THELMA SAMARA/EXTRAÍDO DE *DECIFRANDO A TERRA*, P.131, ED. OFICINA DE TEXTOS

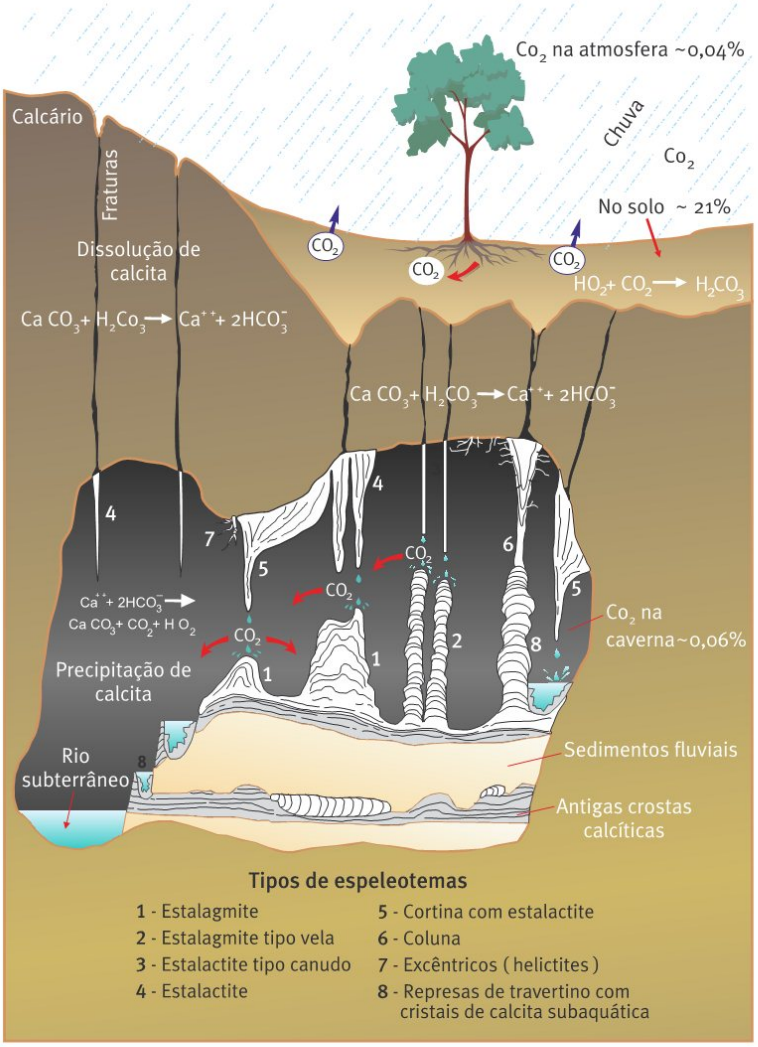


Figura 7. Esquema de perfil cárstico, mostrando como se formam os diferentes tipos de espeleotemas

Essa variedade é atribuída principalmente à quantidade e às características de fluxo das águas ricas em minerais dissolvidos que produzem gotejamentos no ambiente das cavernas. Se o volume da infiltração de água é suficiente para alimentar um gotejamento no teto das cavernas, anéis superpostos de calcita ou aragonita constroem estalactites do tipo 'canudo' (figura 8A), enquanto as gotas que caem no piso geram uma superposição de finas camadas desses minerais, formando estalagmites (figura 8B). Se esse mesmo gotejamento aumenta sua vazão, se torna muito rápido ou até forma um filete contínuo de água e, desse modo, origina estalagmites esparramadas, com grande diâmetro comparado à sua altura, ou apenas gera crostas de calcita que recobrem irregularidades do piso, podendo dar origem às 'represas' de travertino (barreiras de calcário que armazenam água, com diversos tamanhos). Por outro lado, o lento brotamento de minúsculas gotinhas a partir de poros ou fissuras da rocha ou sobre espeleotemas previamente formados origina estruturas excêntricas denominadas helictites (figura 8C).

Como o gotejamento em cavernas é alimentado pela água da chuva que se infiltra na rocha, é possível relacionar o volume desse gotejamento com a quantidade de chuvas na superfície. Assim, em épocas de seca pode ocorrer a sua paralisação e, em conseqüência, a do crescimento de espeleotemas. Por outro lado, um maior volume de chuvas faz crescer a vazão em forma de gotas, o que pode aumentar a velocidade de formação de uma estalagmite. Em função dessa relação, e ainda de outras propriedades dos espeleotemas, que dependem do ambiente na superfície, algumas dessas surpreendentes formações representam registros contínuos das variações

FOTO DE IVO KARMANN

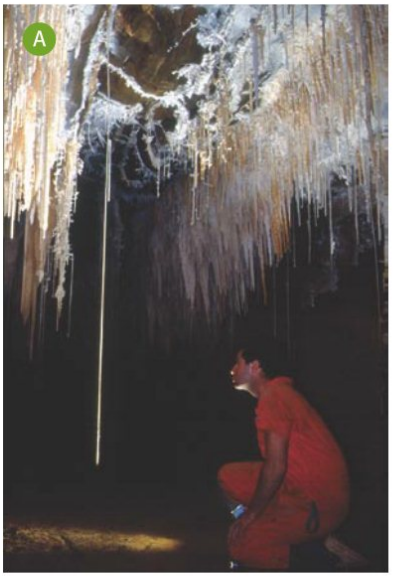


FOTO DE FRANCISCO WILLIAM DA CRUZ JUNIOR

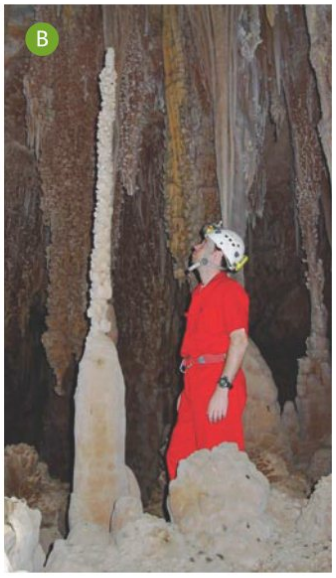
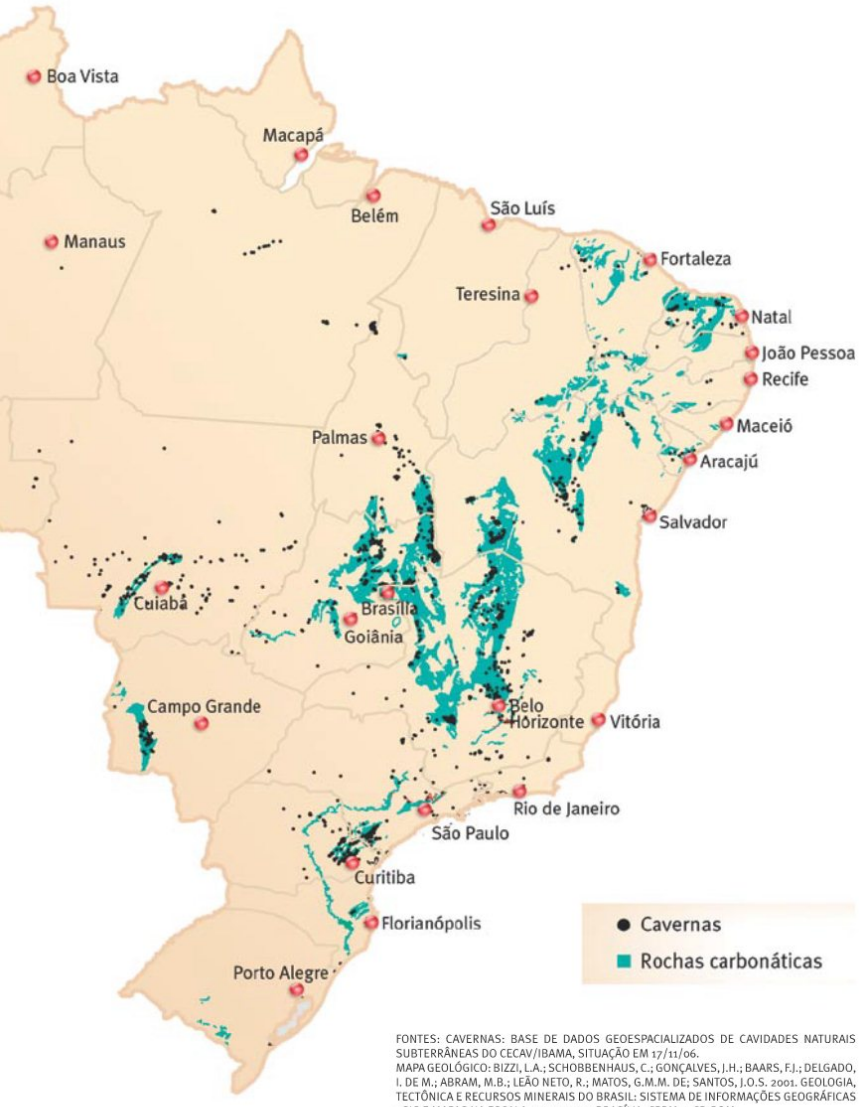


FOTO DE IVO KARMANN



Figura 8. (A) Estalactite do tipo canudo, com raro comprimento, encontrada da caverna Santana (galeria Takeopa), em Iporanga (SP); (B) estalagmite encontrada no abismo Anhumas, em Bonito (MS); e (C) estalactite com formações secundárias do tipo helictite (com formato excêntrico), composta de aragonita, na caverna São Mateus, em São Domingos (GO)



FONTES: CAVERNAS: BASE DE DADOS GEOESPACIALIZADOS DE CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS DO CECAV/IBAMA, SITUAÇÃO EM 17/11/06.
MAPA GEOLÓGICO: BIZZI, L.A.; SCHOBBENHAUS, C.; GONÇALVES, J.H.; BAARS, F.J.; DELGADO, I. DE M.; ABRAM, M.B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G.M.M. DE; SANTOS, J.O.S. 2001. GEOLOGIA, TECTÔNICA E RECURSOS MINERAIS DO BRASIL: SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG E MAPAS NA ESCALA 1:2.500.000. BRASÍLIA, CPRM, 4 CD-ROM.

Figura 9. Mapa da distribuição de cavernas e rochas carbonáticas no Brasil, de acordo com os dados do Cecav/Ibama

climáticas ocorridas na área da caverna ao longo de milhares ou dezenas de milhares de anos.

Importantes informações sobre a história climática do sul-sudeste brasileiro, indicando variações de temperatura, vegetação e da quantidade de chuvas ao longo dos últimos 110 mil anos, foram obtidas a partir do estudo de estalagmites de calcita das cavernas Botuverá (em Botuverá, SC) e Santana (em Iporanga, SP). As pesquisas paleoclimáticas baseiam-se na determinação precisa da idade das rochas (pelo método urânio-tório), no cálculo da velocidade de crescimento do espeleotema e na análise dos isótopos de oxigênio e carbono presentes na calcita ao longo do eixo de crescimento das estalagmites. Uma estalagmite da caverna Santana revelou uma taxa de crescimento entre 0,006 e 0,037 mm por ano (ou 0,6 a 3,7 cm em mil anos) nos últimos 115 mil anos, enquanto outra estalagmite, da caverna Botuverá, mostrou crescimento mais lento, com taxas entre 0,002 e 0,014 mm por ano (ou 0,2 a 1,4 cm em mil anos), durante os últimos 110 mil anos.

As maiores taxas de crescimento foram relacionadas a períodos mais quentes e úmidos, em relação a fases mais frias e mais secas, onde o crescimento diminui, devido à menor quantidade de $CaCO_3$ em solução. Em contraste com essas estalagmites de crescimento lento, o estudo de espeleotemas nas cavernas de São Domingos (GO), mostrou que estalagmites formadas por aragonita crescem mais rapidamente, com taxas que atingem até 0,6 mm por ano (60 cm em mil anos). É bom frisar que a coleta de espeleotemas em cavernas só pode ser feita para fins científicos, com prévia autorização do Ibama.

O estudo do paleoclima dos últimos milhares de anos é uma ferramenta muito importante para a compreensão das mudanças climáticas globais atuais.

Cavernas no Brasil

As principais rochas onde essas formações geológicas ocorrem no Brasil são as carbonáticas, que, embora se distribuam por em torno de 2,8% do território nacional, abrigam 85% das cavernas conhecidas no país, seguidas pelas siliciclásticas, com 8% do total, de acordo com o cadastro da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). As cavernas existentes em outros tipos de rochas são menos comuns e com dimensões reduzidas.

Embora a área de ocorrência de rochas carbonáticas no Brasil seja percentualmente pequena, isso representa uma grande extensão em valores absolutos (cerca de 238 mil km^2). As cavernas se distribuem de modo irregular nessa área (figura 9), o que mostra a descontinuidade dos processos cársticos ao longo dessas rochas. A presença de agrupamentos maiores de cavernas, em algumas regiões, indica que as condições locais são mais favoráveis ao desenvolvimento do carste e de sistemas de drenagem subterrânea. O critério fundamental para identificar áreas mais propícias à formação de carste e cavernas é a associação entre tipo de rocha, relevo e clima favoráveis aos processos de dissolução. Além de solúvel, a rocha deve permitir o fluxo de água subterrânea concentrado em fraturas e planos de estratificação, o relevo precisa apresentar desníveis entre os pontos de entrada e saída da água subterrânea e o clima requer pluviosidade suficiente para recarregar as linhas de fluxo da água subterrânea na rocha carbonática.

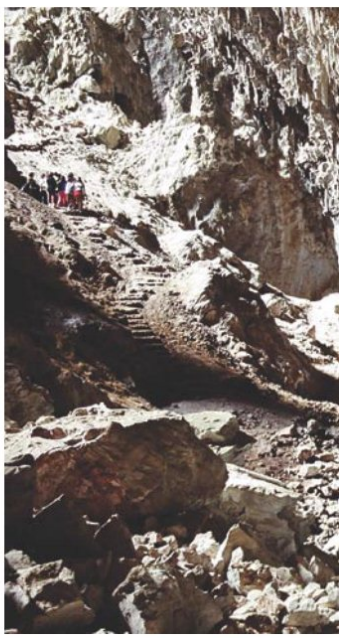


Figura 10. Salão principal da gruta Lago Azul, em Bonito (MS)

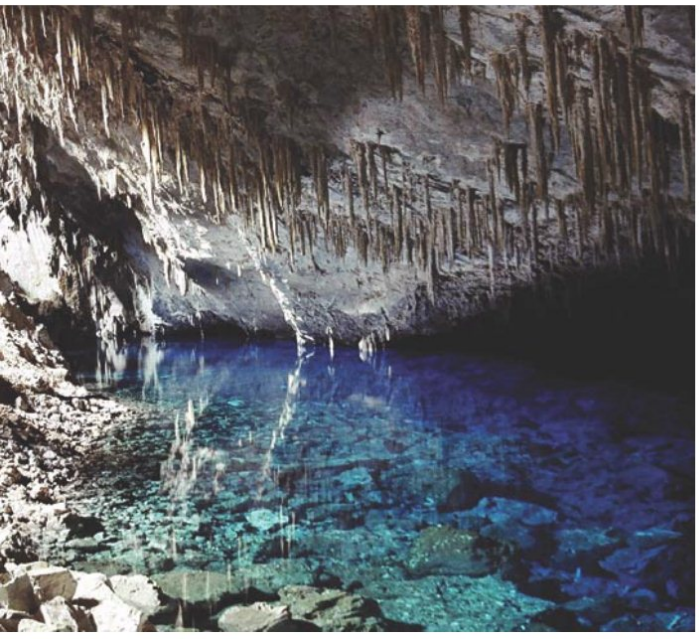
As cavernas com maior desenvolvimento subterrâneo do Brasil ocorrem nas rochas da formação geológica chamada de Grupo Bambuí, em Minas Gerais, Goiás e Bahia. Na Bahia, o Grupo Una abriga cavernas com grandes dimensões, onde se destaca a Toca da Boa Vista, no município de Campo Formoso (noroeste do estado), que apresenta, segundo o mapeamento atual, 100 km de galerias subterrâneas – é a maior do Brasil e da América Latina e uma das 10 maiores do mundo! De modo geral, as cavernas dos grupos Bambuí e Una caracterizam-se por grande desenvolvimento horizontal e relativamente pequeno desnível, e seu padrão morfológico dominante é o de redes labirínticas, como na Toca da Boa Vista, ou sistemas de rios subterrâneos convergentes, como nas cavernas na região de Posse e São Domingos, no nordeste de Goiás.

No leste de São Paulo e no Paraná, as cavernas concentram-se nas rochas carbonáticas do Grupo Açungui e apresentam – em contraste com as do Brasil Central – grandes desníveis e menor desenvolvimento horizontal. Destacam-se as cavernas Santana (desnível de 61 m e extensão de 5 km) e Água Suja (120 m de desnível e 5 km de extensão), ambas em Iporanga (SP), além da caverna Tapagem (Caverna do Diabo, com 180 m de desnível e 7 km de extensão), em Eldorado (SP). Outras formações geológicas apresentam muitas cavernas, como os grupos Corumbá e Araras e parte do Grupo Cuiabá, em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e a formação Jandaíra, no Rio Grande do Norte.

No Mato Grosso do Sul, na serra da Bodoquena, são encontradas, nas rochas carbonáticas do Grupo Corumbá, cavernas com grandes salões submersos, como a gruta do Lago Azul (figura 10), e cavernas freáticas (subaquáticas) associadas a nascentes de rios, como a do rio Formoso, na região de Bonito. Nessa área, a incidência de cavernas é uma das mais baixas do Brasil, considerando-se a grande extensão da superfície carbonática.

As cavernas que ocorrem em rochas siliciclásticas estão geralmente associadas a algumas unidades geológicas que propiciam sua formação. Nessas unidades ocorrem cavernas e dolinas (depressões), como as furnas da região de Ponta Grossa (PR) e o Buraco das Araras, em Jardim (MS). Já as cavernas presentes em outras rochas, como gnaisses, micaxistos, basaltos, granitos, rochas alcalinas e outras, formaram-se por causa de condições locais específicas, não estando associadas a unidades geológicas.

FOTO DE WILLIAM SALLUN FILHO



Patrimônio a ser protegido

A legislação brasileira considera as cavernas bens da União (Constituição, artigo 20, inciso X) e áreas de preservação permanente (Decreto federal 99.556, de outubro de 1990), em especial aquelas que contenham material arqueológico ou pré-histórico (Lei 3.924, de junho de 1961). O Decreto 99.556 define o patrimônio espeleológico como "o conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representado pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associados". Os 'elementos bióticos' são as espécies animais associadas a essas paisagens subterrâneas – alguns animais, inclusive, vivem exclusivamente nesses ambientes, como espécies de peixes albinos e cegos, entre outras.

O uso das cavernas, portanto, é limitado a estudos técnico-científicos e a atividades de natureza espeleológica, étnico-cultural, turística, recreativa e educativa. Algumas delas, como expedições de maior porte, espeleomergulho, turismo e pesquisa, exigem autorização prévia do Ibama, especialmente quando envolvem coleta de material. A autorização depende do cumprimento de critérios e condições que tornem a atividade compatível com a conservação das cavernas. A prática exploratória em cavernas é, além de uma atividade científica, uma opção de lazer ou um esporte de aventura. É preciso ressaltar, no entanto, que se trata de uma atividade de risco, pois se desenvolve em um ambiente sem luz, de difícil acesso e com a presença comum de água e muitas vezes de animais perigosos, como serpentes. Assim, deve ser realizada com cautela, responsabilidade e conhecimento das técnicas, ou acompanhada de pessoas com a experiência adequada. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

AULER, A.; RUBBIOLI, E. & BRANDI, R. *As grandes cavernas do Brasil.* Belo Horizonte, Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.

AULER, A. & ZOGBI, L. *Espeleologia – Noções básicas* (coleção de livros técnicos da Redespeleo Brasil). São Paulo, editora Redespeleo, 2005.

SUGUIO, K. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais (passado + presente = futuro?).* São Paulo, Paulo's editora, 1999.

Na internet

Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (Cecav-Ibama) – http://www.ibama.gov.br/cecav/.

Redespeleo Brasil – http://www.redespeleo.org/.

Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) – www.sbe.com.br.



A descoberta

A procura por novos medicamentos, capazes de controlar ou curar doenças com o mínimo de efeitos colaterais, envolve hoje em todo o mundo poderosas empresas farmacêuticas e um grande número de cientistas. Até há poucas décadas, essa busca era feita basicamente através do teste de centenas ou milhares de substâncias para a verificação de suas propriedades em relação a uma ou várias doenças, em um processo moroso e muitas vezes ineficaz. Hoje, a descoberta de fármacos segue um novo parâmetro. Os avanços no conhecimento científico permitem a escolha de um alvo biológico envolvido com a doença a ser tratada, e então os cientistas selecionam substâncias com comprovada atuação naquele alvo e, a partir daí, alteram algumas partes de sua estrutura química, para eliminar, acrescentar ou modular propriedades, e testam sua atuação. Esse planejamento racional permite descobrir, de modo mais eficaz que o sistema antigo, promissores candidatos a medicamentos. Pesquisas desse tipo já vêm sendo realizadas no Brasil.

Eliezer J. Barreiro
Laboratório de Avaliação e Síntese de Substâncias Bioativas (LASSBio), Departamento de Fármacos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Os fármacos são substâncias químicas (em esmagadora maioria de natureza orgânica), naturais ou sintéticas, usadas para fins terapêuticos. Já na pré-história, os grupos humanos começaram a empregar plantas e substâncias de origem animal ou mineral com a intenção de reduzir o sofrimento decorrente de ferimentos e doenças. Entretanto, a curiosidade sobre como atua a substância ingerida ou aplicada em um ferimento – ou seja, como ela provoca uma resposta do organismo – só surgiu em época bem mais recente.

Um modelo pioneiro para essa atuação foi proposto em 1885 pelo alemão Emil H. Fischer (1852-1919), que ganharia o prêmio Nobel de Química em 1902, e ficou famoso como o modelo 'chave-fechadura', por se basear na complementaridade entre uma chave e a fechadura na qual ela se encaixa. Essa idéia originou, de certa forma, as bases do que viria a ser a química medicinal ou química farmacêutica medicinal.

A química farmacêutica medicinal é a disciplina que estuda aspectos ligados à descoberta, ao planejamento e à preparação de novos medicamentos, além dos fatores estruturais (em nível molecular) essenciais ao seu mecanismo de ação, incluindo a relação qualitativa e quantitativa entre a estrutura química do fármaco e sua atividade terapêutica. Essa área envolve ainda o estudo dos fatores estruturais referentes à absorção e distribuição no organismo, ao metabolismo, à eliminação e à toxicidade de novos 'compostos-protótipos', como são chamados os candidatos a fármacos.



racional de fármacos

Estratégias de planejamento estrutural

Até recentemente, o desenvolvimento de novos fármacos dependia basicamente da descoberta de substâncias biologicamente ativas através da experimentação de grande quantidade de compostos (extraídos de plantas, por exemplo) em culturas de bactérias ou animais de laboratório. Atualmente, porém, a ampliação do conhecimento sobre os mecanismos moleculares das doenças e os avanços tecnológicos em várias áreas – computação, bioquímica, biologia molecular e outras – vêm permitindo 'construir' compostos-protótipos de maneira mais direta, sem a necessidade dessa experimentação quase aleatória.

As modernas estratégias usadas no planejamento racional de novos compostos-protótipos se baseiam na abordagem fisiológica (figura 1). Essa abordagem permite planejar a estrutura química de uma nova molécula com base na definição prévia do mecanismo de ação terapêutica. Essa ação, por sua vez, depende do alvo terapêutico escolhido, ou seja, a biomacromolécula à qual o novo fármaco irá se ligar para alterar um determinado processo bioquímico.

A eleição do alvo terapêutico é a etapa crucial no processo de descoberta racional de novos fármacos, e decisiva para o seu êxito. Essa etapa depende do nível de conhecimento acumulado sobre os mecanismos bioquímico, farmacológico e molecular da doença a ser tratada. Eleito o alvo terapêutico, o objetivo imediato passa a ser a confirmação de que o futuro fármaco de fato promove a cura ou reduz significativamente os sintomas da doença que se pretende combater – trata-se, portanto, de obter sua validação terapêutica.

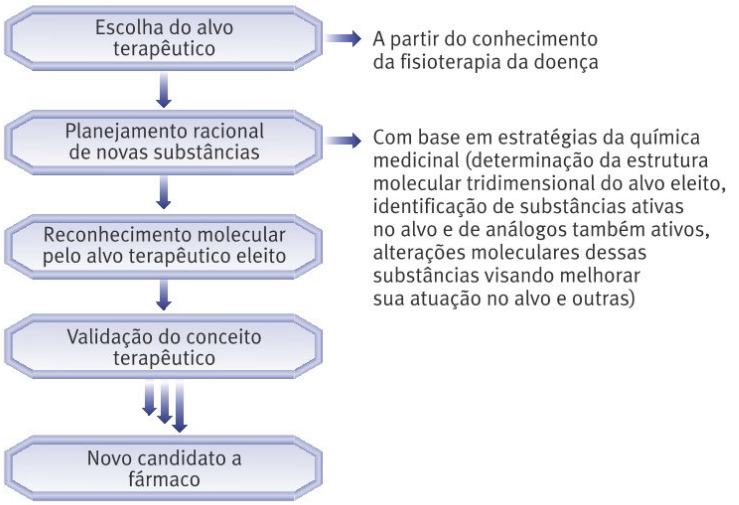


Figura 1. Etapas do processo de descoberta racional de novos fármacos através da abordagem fisiológica

Para isso, o químico farmacêutico medicinal deve dispor de uma nova substância, estruturalmente planejada para ser reconhecida molecularmente pelo alvo eleito. O desenho racional dessa nova molécula é elaborado através das estratégias disponíveis na química farmacêutica medicinal, entre elas técnicas como modelagem molecular (planejamento da estrutura de uma nova molécula através de modelos

computacionais), simplificação (redução da complexidade estrutural de um composto), hibridação (obtenção de nova estrutura química a partir de partes de duas ou mais substâncias bioativas distintas) e bioisosterismo (substituição de partes da estrutura de uma substância bioativa por outra ou outras com comportamento eletrônico similar), além da intuição química do pesquisador experiente. A escolha da estratégia depende do nível de conhecimento acumulado sobre a estrutura do biorreceptor eleito como alvo terapêutico do futuro fármaco.

O processo de descoberta de novos fármacos de forma racional visa identificar 'diretamente' o composto-protótipo. Esse é o principal paradigma da moderna química farmacêutica medicinal (figura 2), em contraste com o que predominava em seus primórdios: a busca de eventuais propriedades biológicas através da experimentação de diferentes compostos, sintéticos ou naturais, independentemente de sua natureza estrutural. Conhecendo-se a estrutura molecular tridimensional do alvo terapêutico eleito, em particular a do sítio de reconhecimento envolvido (a região responsável pela interação química), é possível iniciar a busca racional por um novo composto-protótipo, através da identificação de um ligante seletivo, ou seja, um composto capaz de se ligar àquele sítio e alterar suas propriedades.

Para tanto, os laboratórios de pesquisa industriais, principalmente, passaram a utilizar bioensaios automatizados de quimiotecas – bancos de dados que contêm imensa variedade de compostos naturais e sintéticos, puros ou combinados. Tais ensaios permitem avaliar, em curtos períodos de tempo, milhares de amostras de possíveis ligantes de alvos eleitos. Dependendo do nível de afinidade escolhido para essa análise, pode-se descobrir um ligante ativo em nível micromolar (μM), ou seja, ativo em uma concentração de um milionésimo de mol por litro, ou nanomolar (nM), ou seja, ativo em uma concentração de um bilionésimo de mol por litro – nesse último caso, a identificação de um ligante pode ser considerada um grande 'achado'.

Uma vez encontrado um novo ligante do biorreceptor eleito, a etapa seguinte do processo será elucidar a natureza da afinidade identificada, através de ensaios que permitam verificar suas propriedades agonistas ou antagonistas quando na presença do 'alvo' (substâncias agonistas exercem sobre uma dada biomacromolécula uma ação semelhante à do ligante natural daquele alvo, e as antagonistas exercem ação oposta). Confirmada a natureza da afinidade, em seguida são realizados bioensaios farmacológicos, em animais de laboratório, visando, de um lado, validar a escolha do alvo terapêutico (saber se de fato é o alvo certo para a obtenção do resultado esperado), e de outro, avaliar as propriedades farmacocinéticas do ligante (que dizem respeito ao seu trajeto – absorção, distribuição e eliminação – no organismo). Essas informações são essenciais para chegarmos ao desejado composto-protótipo candidato a fármaco.

Mais raramente, os laboratórios universitários de pesquisa em química farmacêutica medicinal usam esses ensaios virtuais para identificar, em bancos de substâncias de distintas origens, um novo ligante do alvo eleito. Nesses laboratórios é mais comum buscar esse 'candidato' usando a estratégia de desenho do análogo ativo – ou seja, realizando a modificação estrutural planejada do agonista natural do biorreceptor eleito. Isso é feito com técnicas como as de simplificação, hibridação molecular ou bioisosterismo, e ainda com base na intuição química do químico medicinal. Além disso, o desenho de moléculas análogas pode ser usado no planejamento racional de novos padrões moleculares de compostos-protótipos quando a estrutura tridimensional do biorreceptor não é conhecida.

Após a descoberta do composto-protótipo desejado, uma série congênere (compostos similares, com pequenas variações estruturais) deve ser construída e avaliada farmacologicamente, para orientar a otimização do futuro fármaco. Essa etapa é fundamental, pois representa a busca da melhor caracterização da eficácia terapêutica do candidato a fármaco. Além disso, é indispensável para a elaboração da documentação exigida para obter uma patente, por indicar alternativas moleculares necessárias à proteção segura dessa patente.

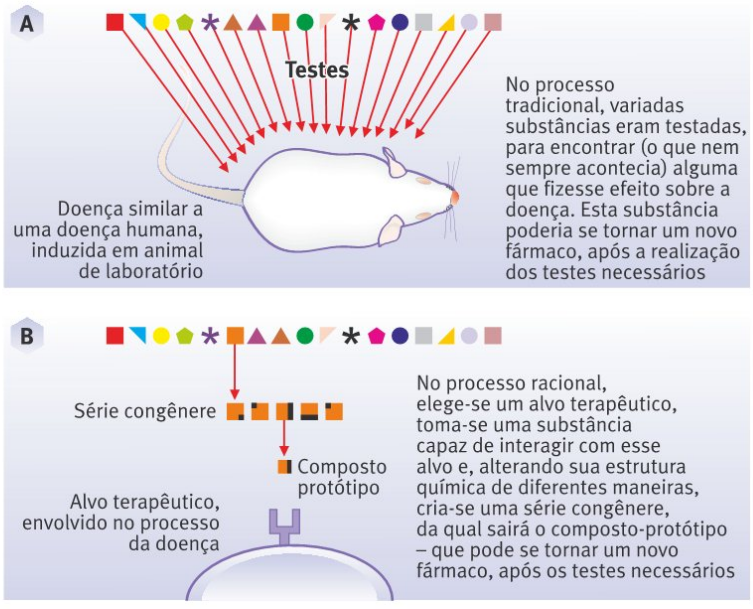


Figura 2. A química farmacêutica tradicional baseava a busca de novos fármacos na experimentação de grande número de substâncias para a identificação de alguma ativa contra a doença (A), enquanto, no novo paradigma (a descoberta racional de fármacos), é eleito um alvo terapêutico e busca-se um composto-protótipo entre substâncias similares que têm conhecido efeito sobre esse alvo (B)

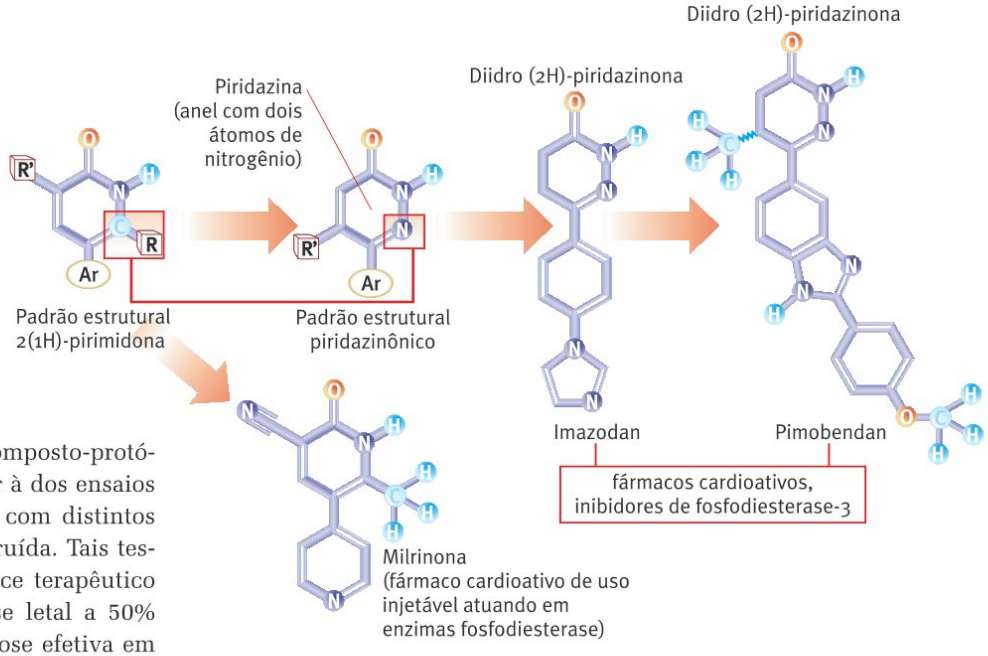


Figura 3. Filiação estrutural dos fármacos cardioativos imazodan e pimobendan, inibidores da enzima PDE-3, mostrando que se originaram de estruturas muito semelhantes (derivadas da piridazinona). As letras representam elementos como carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), ou grupos químicos ligados à molécula (R e Ar). Esses grupos podem variar e não têm importância para a compreensão do processo mostrado

Os testes de toxidez com o novo composto-protótipo – uma etapa essencial e anterior à dos ensaios pré-clínicos – devem ser realizados com distintos compostos da série congênere construída. Tais testes incluem a determinação do índice terapêutico dos compostos (relação entre a dose letal a 50% dos animais testados, ou LD_{50}, e a dose efetiva em 50% dos animais testados, ou ED_{50}, que deve ser sempre superior a 10), a investigação de eventuais alterações nos tecidos dos principais órgãos (como fígado, pulmão, rins, cérebro e medula espinhal) e a monitoração dos principais subprodutos (metabólitos) desses compostos no sangue.

Nesse ponto, é aconselhável estudar as propriedades farmacocinéticas do composto-protótipo descoberto e sua biodisponibilidade (ou seja, sua adequada absorção pelo organismo, em relação à dose fornecida). Esses estudos são importantes porque permitem, respectivamente, definir a via de administração do futuro fármaco, as doses a serem administradas e os intervalos de tempo em que isso deve ser feito.

Novo protótipo cardiotônico

A insuficiência cardíaca se caracteriza pelo infarto do miocárdio com acúmulo de líquido nos tecidos (edema) e de sangue (congestão) nos vasos periféricos. A terapia usada nesses quadros geralmente inclui o uso de fármacos que aumentam a capacidade de contração do coração, como glicosídeos cardiotônicos, combinados com diuréticos. Infelizmente, o uso desses glicosídeos tem sido restrito, já que podem provocar arritmias cardíacas e têm índice terapêutico reduzido.

Além desses cardiotônicos, que parecem atuar sobre enzimas (ATPases) envolvidas no transporte de sódio e potássio através da membrana das células, outros fármacos têm sido usados, associados aos já citados, no tratamento da insuficiência cardíaca, para modular a pressão sangüínea. São os inibidores da enzima conversora da angiotensina (essa inibição impede a formação de substâncias que aumentam a pressão sangüínea) e diferentes compostos antagonistas, que bloqueiam os receptores de angiotensina e os canais de íons cálcio nas membranas celulares.

O importante papel exercido na contração cardíaca pelo íon cálcio (Ca^{+2}) e pela forma da enzima fosfodiesterase encontrada no coração (conhecida pela sigla PDE-3) sugere a possibilidade de tratar a insuficiência cardíaca com inibidores da PDE-3, elegendo-a como alvo terapêutico. A inibição dessa enzima promove maior disponibilidade de Ca^{+2} para o músculo cardíaco (aumentando sua capacidade de contração), o que também dilata os vasos (reduzindo a pressão sangüínea).

Entre os inibidores conhecidos da PDE-3 estão diversos derivados sintéticos do composto orgânico piridazinona, entre eles o imazodan, primeiro derivado diidro(2*H*)piridazinônico (com a presença de dois átomos de hidrogênio no anel, que deixa de ser aromático) descrito, e o pimobendam, descrito em 1982 como um novo estimulador da contratibilidade cardíaca (figura 3). O primeiro difere do segundo por ter eficiência contrátil maior e causar menos arritmias. Ambos originaram-se de derivados da piridazinona com estrutura semelhante à de compostos como a milrinona, um fármaco cardiotônico inibidor da PDE-3 lançado em 1981 pela empresa norte-americana Sterling e usado por via injetável.

Há algum tempo estudávamos, no Laboratório de Avaliação e Síntese de Substâncias Bioativas (LASSBio), da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o planejamento, a síntese ▸

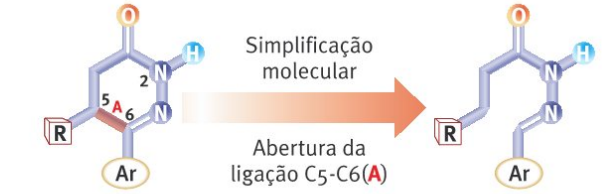


Figura 4. A estratégia de simplificação molecular aplicada à unidade estrutural diidro-piridazinônica (presente em fármacos cardioativos inibidores de fosfodiesterase-3) fornece o padrão *N*-acilidrazônico presente no composto LASSBio-294. As letras representam elementos como hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), ou grupos químicos, cuja estrutura pode variar, ligados à molécula (R e Ar)

e as propriedades farmacológicas de novos derivados denominados N-acilidrazônicos (NAH) – nos quais a unidade acila está ligada a um átomo de nitrogênio (N). Percebemos, então, uma semelhança estrutural entre os derivados NAH e os diidropiridazinônicos: a pequena diferença entre eles está na ruptura (nos primeiros) da ligação entre dois átomos de carbono que formam o anel aromático presente na estrutura básica dos segundos – como se os derivados da piridazinona tivessem passado por simplificação molecular (figura 4). Essa ruptura permitiu identificar a função NAH (o termo 'função' designa, em uma estrutura química, uma subunidade que mantém suas propriedades químicas em diferentes compostos), que estava mascarada nos fármacos piridazinônicos citados, e outras modificações moleculares levaram à criação de vários compostos (contendo essa função) com atraentes propriedades antiinflamatórias, antitrombóticas e analgésicas, que podem ser administrados oralmente.

O desenvolvimento da nova série de derivados NAH, da qual faz parte um novo composto promissor para o tratamento da insuficiência cardíaca, o LASSBio-294 (figura 5), baseou-se na ligação, à acilidrazona, de uma subunidade estrutural, denominada benzodioxila, composta por um anel aromático ligado a dois átomos de oxigênio (figura 6). Nessa ligação, o carbono situado na posição 5 do anel, presente no fármaco pimobendam, é eliminado.

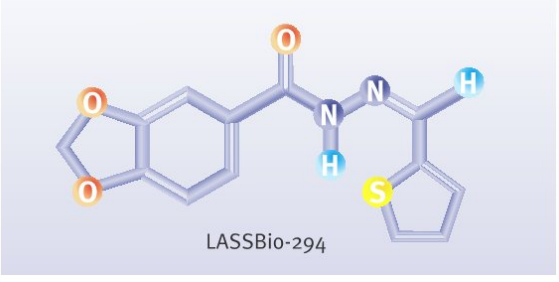


Figura 5. Estrutura química do LASSBio-294, formada por átomos de carbono (nas interseções em que não há indicação do átomo), oxigênio (em vermelho), nitrogênio (em azul escuro), hidrogênio (em azul claro) e enxofre (em amarelo)

A natureza dessa subunidade estrutural incluída nos novos derivados NAH é inspirada no safrol, importante e abundante produto natural brasileiro – é o principal componente do óleo da canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa*) e também ocorre em óleos de espécies do gênero *Piper*. O safrol é amplamente estudado em nosso laboratório como matéria-prima para a síntese de substâncias bioativas. A presença, nessa subunidade, de dois tipos de propriedades reativas (os átomos de oxigênio podem receber elétrons e o anel aromático é hidrofóbico) permite que ela seja considerada biofórica, ou seja, capaz de interagir com possíveis sítios de reconhecimento molecular presentes em receptores biológicos.

Uma vez definido o padrão estrutural dessa subunidade nos novos derivados NAH, era preciso escolher que tipo de estrutura seria incluído na outra extremidade da molécula planejada. No caso do LASSBio-294, buscou-se inspiração em estratégias clássicas da química farmacêutica medicinal, optando-se pela inclusão nessa outra extremidade de diferentes anéis aromáticos – os anéis, nesse caso, têm seis ou cinco átomos, com variações em alguns elementos, tendo propriedades eletrônicas semelhantes. Isso levou à síntese de vários compostos finais, formando uma série congênere (figura 7).

A rota sintética – baseada na metodologia clássica da química orgânica sintética – utilizada para a síntese do LASSBio-294 envolveu apenas cinco etapas, e levou ao composto desejado em 23% de rendimento global (para cada 100 g de matéria-prima usada obtém-se 23 g do produto final). Após a síntese, o novo composto foi submetido a ensaios farmacológicos, para avaliar se apresentava os efeitos cardiotônicos desejados. Os modelos de ensaios incluem o metabolismo do íon Ca^{+2} – tais íons, armazenados em organelas (retículos sarcoplásmicos) de células das fibras musculares, são liberados quando tais células recebem o estímulo nervoso adequado, o que desencadeia as reações bioquímicas que levam à contração muscular. Os resultados evidenciaram que o LASSBio-294 foi o mais ativo (entre todos os integrantes da série congênere sintetizada) no controle da liberação do Ca^{+2} pelo retículo sarcoplásmico, confirmando as expectativas iniciais do planejamento dessa série de compostos.

Sabendo-se que a liberação de Ca^{+2} pelo retículo sarcoplásmico está envolvida em disfunções genéticas que afetam os músculos esqueléticos responsáveis pelos movimentos corporais, como a hipertermia maligna e distrofias musculares, também foram investigadas as propriedades inotrópicas (relacionadas à força da contração cardíaca) do novo protótipo LASSBio-294. Os resultados farmacológicos obtidos indicaram que esse protótipo foi capaz de induzir intenso relaxamento em anéis isolados e intactos de

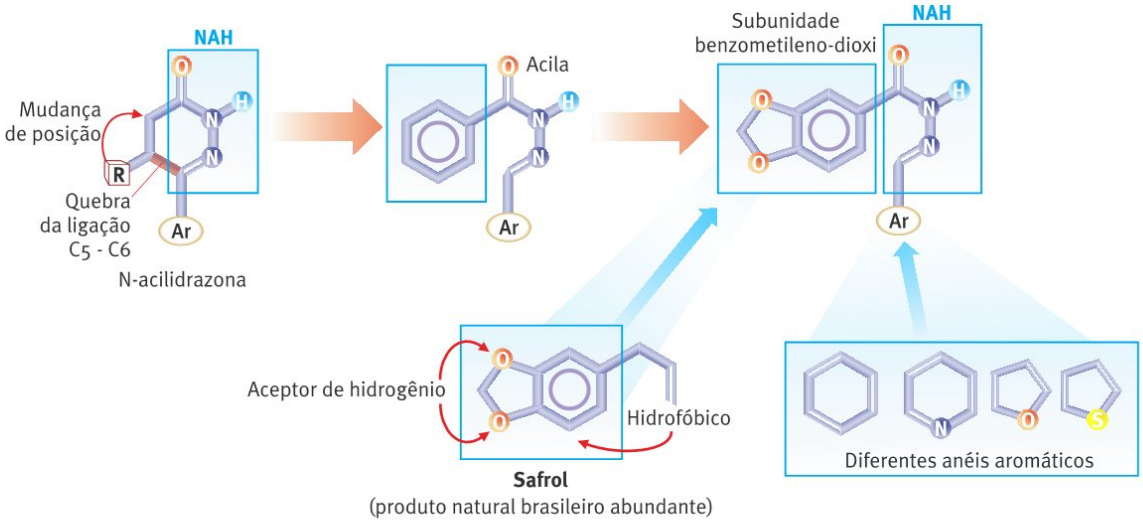


Figura 6. Construção da estrutura do composto LASSBio-294 e congêneres baseada na função *N*-acilidrazona (NAH), presente em compostos cardioativos, com a inclusão da subunidade benzometilenodioxila, oriunda do safrol, um abundante produto natural brasileiro. As letras representam elementos como hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N) e enxofre (S), ou grupos químicos ligados à molécula (R e Ar)

aorta de ratos – esse efeito depende da concentração do composto e a concentração necessária para inibir em 50% a liberação do íon cálcio (IC_{50}) é de 74 µM por litro de solução.

O efeito obtido não foi alterado em testes realizados para verificar a influência de outros processos celulares sobre a ação do LASSBio-294. Os resultados se mantiveram mesmo com a pré-inibição da enzima que promove a síntese de óxido nítrico (NO, um vasodilatador natural) e com a pré-inibição da cascata do ácido araquidônico (que leva à formação de substâncias envolvidas na constrição e na dilatação dos vasos, entre outras atividades), sugerindo que o mecanismo farmacológico de ação dessa nova substância não está relacionado aos do NO ou do ácido araquidônico, mas sim – como planejado – com a inibição de fosfodiesterases (PDEs).

Diante do atraente perfil farmacológico identificado para esse novo composto-protótipo cardioativo, a etapa seguinte do processo foi a investigação preliminar de seu perfil toxicológico, em ensaios com ratos. Os resultados, após tratamento dos animais (cerca de mil milimoles por kg, administrados por via oral ou injeção peritoneal), não evidenciaram nenhuma reação de toxicidade aguda (como morte, letargia, sede e perda de motilidade ou de apetite), credenciando o LASSBio-294 – descoberto no âmbito de um projeto de pesquisa interdepartamental financiado pelo programa Pronex, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – como promissor protótipo, candidato a novo fármaco cardiotônico, com propriedades de interferência no processo de ação do cálcio em células cardíacas (e musculares em geral), provavelmente agindo como inibidor de fosfodiesterase. A substância foi patenteada no escritório oficial de patentes dos Estados Unidos e já atraiu o interesse de uma empresa farmacêutica brasileira.


LASSBio-129


LASSBio-179


LASSBio-221

Figura 7. Estrutura dos derivados congêneres *N*-acilidrazônicos com anéis aromáticos bioisostéricos. As letras representam elementos como hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N)

Além do desenvolvimento desse candidato a fármaco, o LASSBio descobriu vários outros compostos-protótipos promissores, como LASSBio-881 e LASSBio-715 (potentes antiinflamatórios que atuam por mecanismos distintos), LASSBio-468 (protótipo de fármaco com potenciais indicações para tratamento de doenças crônico-degenerativas) e LASSBio-581 (potente derivado com atuação neurológica). Esses novos compostos foram descobertos aplicando-se estratégias de desenho molecular clássicas da química farmacêutica medicinal, a exemplo daquelas empregadas na descoberta do LASSBio-294. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

SILVA, C.L.M.; NOEL, F. & BARREIRO, E.J. 'Cyclic GMP-dependent vasodilatory properties of LASSBio 294 in rat aorta', in *British Journal of Pharmacology*, v. 135, p. 293, 2002.

BARREIRO, E.J. 'Estratégica de simplificação molecular no planejamento racional de fármacos: a descoberta de novo agente cardioativo', in *Química Nova*, v. 25, nº 6B, p. 1.172, 2002.

LIMA, L.M. & BARREIRO, E.J. Bioisosterism: a useful strategy for molecular modification and drug design', in *Current Medicinal Chemistry*, v. 12, p. 23, 2005.

SILVA, A.G.; ZAPATA-SUDO, G.; KUMMERLE, A.E.; FRAGA, C.A.M.; BARREIRO, E.J. & SUDO, R.T. 'Synthesis and vasodilatory activity of new N-acylhydrazone derivatives, designed as LASSBio-294 analogues', in *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, v. 13, p. 3.431, 2005.

FRAGA, C.A.M. & BARREIRO, E.J. 'Medicinal chemistry of N-acylhydrazones: new lead-compounds of analgesic, antiinflammatory ad antithrombotic drugs', in *Current Medicinal Chemistry*, v. 13, p. 167, 2006.

Em busca da republica

Nas últimas décadas, o estudo do pensamento político do Renascimento – o florescimento intelectual e artístico ocorrido na Europa nos séculos 14 e 15, que marcou o final da Idade Média – experimentou uma profunda transformação, que vem repercutindo nos debates de filosofia política contemporânea. Esse movimento começou nos anos 50, com os estudos pioneiros de Hans Baron e de Eugenio Garin, que chamaram a atenção para o caráter cívico do humanismo italiano. A partir daí, as pesquisas sobre Maquiavel e outros pensadores importantes do período, como Francesco Guicciardini, ganharam um novo impulso, em especial com sua associação à tradição republicana, tema que está hoje no centro dos debates sobre a natureza das sociedades democráticas modernas.

Newton Bignotto
Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Minas Gerais



Pouca coisa havia sido publicada no Brasil sobre Nicolau Maquiavel, ou Niccolò Machiavelli (1469-1527), no início dos anos 80, quando o pensamento desse escritor florentino despertou nosso interesse – essas obras eram, em sua maioria, traduções de autores consagrados. Os textos refletiam a tendência dos estudos da primeira metade do século 20, que privilegiavam a leitura das obras desse pensador do ponto de vista das ciências sociais, desprezando seus vínculos com os outros pensadores do Renascimento. A conseqüência dessa abordagem é que, ao olhar para Maquiavel como o fundador da moderna ciência política, como fez o filósofo alemão Ernest Cassirer (1874-1945), ou ao insistir sobre o caráter inovador e ao mesmo tempo nocivo de escritos como *O príncipe*, como fez o filósofo alemão, naturalizado norte-americano, Leo Strauss (1899-1973), deixava-se de lado o fato de que Maquiavel havia produzido uma revolução no pensamento político, mas havia feito isso em um contexto em que as mudanças na forma de pensar o mundo eram moeda corrente na Itália.

Para os leitores que buscavam no pensamento maquiaveliano uma maneira de compreender o funcionamento do poder em todas as suas formas, interpretações que apontavam para o caráter 'científico' de suas obras eram reconfortantes. Afinal, diante de algo tão complexo, e cuja compreensão sempre desafiou os filósofos, os textos curtos e provocantes do florentino, sobre as lutas que os homens travam para alcançar o poder, pareciam fornecer um caminho iluminado, mesmo ao preço de afirmações que podem chocar nosso senso moral.

tradição: nismo e humanismo cívico



GETTY IMAGES

Florença, na Itália, no século 16, em pintura de Giovanni Stradano

Strauss sugere, por exemplo, que gostamos de ler Maquiavel porque em grande medida a modernidade aprendeu com ele a pensar a política, e se conforta em encontrar em suas análises os caminhos que acostumou a percorrer.

Essa maneira de encarar o problema da compreensão dos textos do filósofo italiano encontrou seus limites lá pelos anos 70, quando alguns autores se desviaram da crítica mais tradicional e passaram a buscar novos caminhos para compreender a revolução maquiaveliana. Filósofos como Claude Lefort (na França), John Pocock (nos Estados Unidos) e Gennaro Sasso (na Itália) foram os intérpretes que tiveram lugar de destaque nessa transformação. Embora divergindo em muitas de suas conclusões a respeito de temas como o da natureza dos conflitos políticos, eles tinham em comum o fato de que tentaram compreender Maquiavel combinando a busca pelos elementos originais de seu pensamento com a exploração dos vínculos que o uniam a seu tempo.

Visões de Maquiavel

O francês Lefort realizou uma síntese ampla de escritos como *O príncipe* e os *Discursos sobre a primeira década de Tito Lívio*, retirando de suas análises uma vinculação das teorias de Maquiavel à sua própria concepção da democracia. Para ele, ao insistir sobre o caráter positivo dos conflitos, que ocorrem em todas as cidades, o pensador florentino forneceu as bases para se pensar as sociedades livres como aquelas



LATINSTOCK

Nicolau Maquiavel, retratado pelo pintor italiano Santi di Tito

nas quais as disputas são intensas e vividas dentro de suas normas institucionais. Para Lefort, a democracia é essencialmente um regime de lutas, mas que precisam ser reguladas por instituições, para que não destruam o corpo político. Lendo Maquiavel, o intérprete francês encontrou apoio para suas próprias teorias, que insistem sobre o caráter aberto da democracia, ao mesmo tempo em que investem pesado na crítica de todas as sociedades totalitárias contemporâneas.

O italiano Sasso partiu de um extenso conhecimento das interpretações da obra de Maquiavel feitas por seus conterrâneos para produzir uma verdadeira reviravolta. Menos preocupado com problemas contemporâneos, ele investiu em uma análise de conjunto da obra do florentino, destacando tanto a unidade dos grandes escritos quanto o processo de constituição do pensamento maquiaveliano ao longo de toda a sua vida. Para demonstrar suas teses, ele deu importância a escritos considerados menores, pelos quais poucos intérpretes haviam se interessado até então.

Já Pocock, inglês de nascimento que emigrou ainda criança para a Nova Zelândia e hoje está radicado nos Estados Unidos, partiu dos vínculos de Maquiavel com seu tempo para mostrar que a obra deste foi a matriz de um longo desenvolvimento de idéias que haviam sido forjadas na Itália da época. Chamando essa matriz conceitual de "momento maquiaveliano", ele conduziu suas pesquisas até o ponto de mostrar que idéias defendidas por pensadores italianos tiveram papel importante na Inglaterra revolucionária do século 17. Figuras como James Harrington (1611-1677), pensador inglês republicano que se proclamava herdeiro de Maquiavel, encarregaram-se de perpetuar idéias nascidas nos séculos anteriores e de transmiti-las para as gerações seguintes.

Contrariando toda a historiografia anterior, Pocock afirma que essa transmissão de idéias foi tão poderosa que alcançou até os revolucionários norte-americanos, fornecendo as bases teóricas para suas ações, antes atribuídas apenas a pensadores liberais, como o inglês John Locke (1632-1704). Sua tese provocou muita polêmica, sobretudo ao fazer do "momento maquiaveliano" algo que repercutiu muitos séculos depois. Seu grande mérito foi apontar para as muitas conexões que unem o pensamento político do Renascimento com o pensamento moderno. Desse modo, junto com os outros pesquisadores citados, ele contribuiu para a união entre as pesquisas sobre Maquiavel e a preocupação com o republicanismo.

O humanismo cívico

Para compreender como isso foi possível, é preciso recuar um pouco mais no tempo e lembrar como os estudos sobre o humanismo cívico – filosofia constituída pelos escritos dos pensadores renascentistas sobre a política e a vida cívica – ganharam relevância no século 20. Ora, um dos aspectos mais instigantes das pesquisas recentes sobre a filosofia política do Renascimento é o fato de que a recuperação de textos e estudos sobre a origem do humanismo italiano teve reflexos sobre debates importantes de filosofia política contemporânea, fazendo convergir análises eruditas sobre os séculos 14 e 15 e a recuperação da tradição do republicanismo.

Esse fenômeno começou ainda nos anos 50, com a publicação das obras do historiador alemão, radicado nos Estados Unidos, Hans Baron (1900-1988), e do filósofo italiano Eugenio Garin (1909-2004). Baron levou a cabo sua tarefa graças ao interesse por pensadores renascentistas pouco conhecidos do grande público, como Coluccio Salutati (1331-1406) e Leonardo Bruni (1370-1444). Ele chamou a atenção para temas como o da natureza das virtudes cívicas ou o valor da participação dos cidadãos na

vida das cidades. Nada, no entanto, fazia pensar que estudos eruditos como os de Baron, que em 1955 publicou sua obra principal (*The crisis of the early Italian Renaissance – A crise do início da Renascença italiana*), podiam influenciar os debates sobre a democracia contemporânea.

Baron havia fugido dos nazistas em 1933, quando Adolf Hitler chegou ao poder na Alemanha, mas seu trabalho tratava sobretudo das discussões que tomaram conta da Itália quando as pequenas repúblicas lutavam, no começo do século 15, para sobreviver diante das ameaças representadas pelas tiranias do norte do país e depois por potências estrangeiras. Esse erudito refinado havia participado, na Alemanha, dos intensos debates que dividiam os intelectuais no início do século 20, e tomara partido, de modo resoluto, contra os exageros do nacionalismo alemão e o militarismo. Sua obra posterior guarda as marcas de seu engajamento, ao privilegiar temas que dizem respeito à vida política e a seus valores. Uma de suas grandes preocupações foi mostrar que o Renascimento foi o momento em que a dignidade da política foi reafirmada e, por isso, tantos autores se debruçaram sobre temas ligados à vida em comum.

Já nos anos 70, Quentin Skinner, atualmente na Universidade de Cambridge, operou a ligação entre três campos de estudos que continuam importantes ainda hoje. Analisando cuidadosamente o surgimento do humanismo italiano, estudando suas raízes e seus desdobramentos nos diversos países europeus, esse historiador inglês abriu as portas para a confluência entre as pesquisas sobre a obra de Maquiavel, os humanistas cívicos e a questão da origem do republicanismo moderno. Embora muitas de suas conclusões possam ser questionadas, suas idéias orientam as pesquisas mais recentes nesse campo complexo, construído na fronteira entre o estudo da história da renovação do interesse pela tradição republicana e a preocupação com os destinos das democracias atuais.

Para compreender como se opera nesse território de investigação, é necessário lembrar que, nos últimos anos, cada um de seus elementos constitutivos foi palco de um intenso debate e de múltiplos desenvolvimentos. A obra de Maquiavel continuou a suscitar o interesse dos especialistas e deu origem a estudos mais recentes – nos anos 80 e 90 – sobre os temas mais variados. Enquanto Harvey Mansfield, da Universidade Harvard (Estados Unidos), seguiu a trilha de Strauss, privilegiando as análises sobre a natureza do poder, Anthony Parel, da Universidade de Calgary (Canadá), dedicou-se a questões como a das concepções cosmológicas presentes na obra do florentino, e Mark Hulliung, da Universidade Brandeis (Estados Unidos), tratou da constituição do conceito de cidadania. Maurizio Viroli, da Universidade Princeton (Estados Unidos), foi um dos que deram continuidade aos trabalhos de Skinner, misturando seu interesse por Maquiavel com um retorno à tradição republicana. Seria possível multiplicar as referências sem esgotar os títulos publicados. Também no Brasil, os estudos sobre Maquiavel se intensificaram nos últimos anos, dando origem a teses e dissertações e à publicação de bons artigos em revistas especializadas.

Após mais de 40 anos da publicação das obras pioneiras de Baron e Garin, o humanismo cívico continua a gerar pesquisas e debates, como provam os trabalhos de James Hankins, da Universidade Harvard, e de vários outros estudiosos. As teses mais controversas daqueles dois autores foram submetidas a uma bateria de críticas. Até a noção de humanismo cívico foi posta à prova. Muitos intérpretes consideram, por exemplo, que o aspecto retórico da obra dos humanistas foi mais importante do que suas contribuições teóricas e que, portanto, teria havido um certo exagero na afirmação da importância dos textos políticos da época.

Idéias ainda presentes

Entretanto, a confluência entre os estudos sobre a filosofia política do Renascimento e o republicanismo sem dúvida abriu um veio promissor de trabalho. O que os humanistas italianos fizeram foi retornar a fontes da Antigüidade greco-romana, como o historiador romano Tito Lívio (59 a.C.-17), para tentar entender o que se passava com suas cidades. O que eles buscavam, basicamente, era mostrar como os governos das cidades republicanas de Florença e Veneza eram melhores que as tiranias, como a existente em Milão, e que aquelas cidades podiam realizar coisas que principados tirânicos não alcançavam. A recuperação dos valores do passado era uma ferramenta preciosa em uma luta que não tinha nada de teórica. Muitos humanistas da época, como Salutati, dividiram sua vida entre o estudo do passado e as tarefas de governo (ele foi chanceler, cargo máximo da administração da cidade, por décadas, e comandou a guerra contra os milaneses). O resultado dessa combinação entre erudição e política foi a criação de uma linguagem republicana, que valorizava a idéia de liberdade, a igualdade entre os cidadãos e a participação de todos nos negócios da cidade.

A geração heróica dos primeiros humanistas – Salutati, Bruni, Leon Battista Alberti (1404-1472), Poggio Bracciolini (1380-1459) e outros – foi sucedida,



A República, quadro de 1848, do pintor Armand Cambon

no século 16, por uma geração de pensadores, que exacerbaram os traços realistas já presentes antes. Maquiavel e Francesco Guicciardini (1483-1540), este um pensador ainda pouco conhecido no Brasil, realizaram a crítica do que consideravam uma certa ingenuidade de seus antecessores ao apostar na realização plena dos valores republicanos em sociedades que tinham ainda grande dificuldade para manter a própria independência. Ao atacar os humanistas do século 15, seus herdeiros lançaram a ponte entre o quadro de valores republicanos, que fora reconstituído a partir do passado greco-romano, e as exigências políticas, que passaram a dominar as nações modernas. Esse aspecto é que levou muitos intérpretes de Maquiavel a considerá-lo o pai da ciência política moderna – esquecendo, no entanto, o muito que ele devia a seu tempo.

Mas o leitor atual pode se perguntar: o que tudo isso tem a ver com o problema das democracias contemporâneas? Não deveríamos levar em conta, antes de mais nada, as diferenças que nos separam das pequenas comunas do Renascimento e as muitas transformações pelas quais passaram as sociedades modernas no curso dos últimos séculos? De fato, qualquer tentativa de transplantar diretamente o conteúdo de obras do passado para o presente corre o risco de nos colocar diante de anacronismos insuperáveis; ferramentas inúteis para nos ajudar na compreensão de nossos próprios problemas. Mas um olhar atento para o passado pode também ser uma maneira de fugir de nossos impasses ao sugerir caminhos que ainda não tinham sido levados em conta. Retornar ao republicanismo do Renascimento tem se revelado uma maneira eficaz de pensar questões como a da apatia, que domina muitas sociedades democráticas contemporâneas.

Para entender a importância da recuperação dos valores republicanos e estudar suas origens no começo da modernidade, é preciso lembrar que, embora tenhamos conseguido certo consenso no interior das ciências sociais a respeito da superioridade das formas democráticas de governo, estamos longe de concordar quanto à maneira de organizar nossa vida política. O debate foi marcado durante muito tempo pela oposição entre sociedades liberais e sociedades autoritárias. Esse aspecto ainda é muito importante, mas não abarca a questão sobre a maneira como queremos viver em uma democracia. Uma referência ao republicanismo permite, por exemplo, questionar a idéia defendida pelos autores liberais de que a liberdade possível nas nações modernas é a liberdade de não sofrermos interferência em nossas vidas em assuntos que não estão regulados pelas leis, liberdade que eles chamam de negativa. A tradição republicana sempre considerou que, além de não sofrer interferência, as pessoas precisam agir na cidade, para evitar que sejam tragadas pela apatia.

Uma das questões que devemos decidir é sobre o que consideramos um bem para todos: nossos interesses comuns. Sem o recurso a mecanismos de participação não é possível encontrar esse denominador comum. Da mesma maneira, os pensadores liberais e os republicanos estão em geral de acordo sobre a importância do aparato constitucional das nações. Mas os primeiros tendem a acentuar a dimensão formal da lei fundamental, enquanto os republicanos insistem no fato de que a Constituição é uma peça formadora da identidade de uma nação e cria a possibilidade de um amor pela pátria, que se revela não apenas no apego às suas instituições, mas também a seus símbolos e a sua história constitucional.

É evidente que os estudos sobre o republicanismo contemporâneo não estão totalmente contidos nos horizontes em que situamos nossas pesquisas. Alguns autores que se ocupam do tema quase não fazem referências ao Renascimento, enquanto outros tratam de questões próximas das temáticas republicanas – como a do papel da participação política na vida democrática – sem reivindicar sua filiação ao republicanismo. Em que pese, no entanto, a diferença de estratégia conceitual dos pensadores políticos, a referência aos valores republicanos tornou-se obrigatória em quase todos os estudos sobre os regimes democráticos. Isso mostra como o recurso à tradição é um caminho bem-sucedido para fazer a interação entre uma pesquisa detalhada de história das idéias e as exigências de nosso tempo. Dialogar com o passado é uma forma de interrogar o presente, constituindo pelo jogo da identidade e da diferença um campo propício para a pesquisa em filosofia política. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

CARDOSO, S. (org). *Retorno ao republicanismo*. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2004.

GARIN, E. *Ciência e vida civil no Renascimento italiano*. São Paulo, Unesp, 1996.

LEFORT, C. 'Sobre a lógica da força', *in* C. G. Quirino (org), *O pensamento político clássico*. São Paulo, T. A Queiroz, 1980.

SKINNER, Q. *As fundações do pensamento político moderno*. São Paulo, Cia. das Letras, 1996.

NEUROCIÊNCIA Estudo desvincula volume cerebral a processamento de informações

Tamanho não é documento

Que regras a natureza utiliza para construir a complexa estrutura do cérebro? Quais são as relações entre o tamanho do cérebro e a sua capacidade de processar informações? Um estudo recente foi em busca dessas respostas e descobriu que o volume do córtex não é a única característica, e talvez nem mesmo a principal, a ser analisada para elucidar essas questões. Na verdade, quando o tamanho do cérebro aumenta, a proporção de neurônios nessa região permanece constante e o aumento significativo do número dessas células neuronais ocorre na região conhecida como cerebelo.

A pesquisa, coordenada pela neurocientista Suzana Herculano-Houzel, do Laboratório de Neuroanatomia Comparativa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), comparou o cérebro de seis espécies de roedores – de camundongos a capivaras – para tentar descobrir as regras que regem o aumento desse órgão em animais de tamanhos tão distintos (um camundongo tem cerca de 8 cm e pesa por volta de 30 g, enquanto uma capivara pode medir mais de 1 m e chegar a 45 kg). Os pesquisadores partiram da premissa, aceita no meio científico, de que, quanto mais neurônios, maior o poder do cérebro de processar informações.

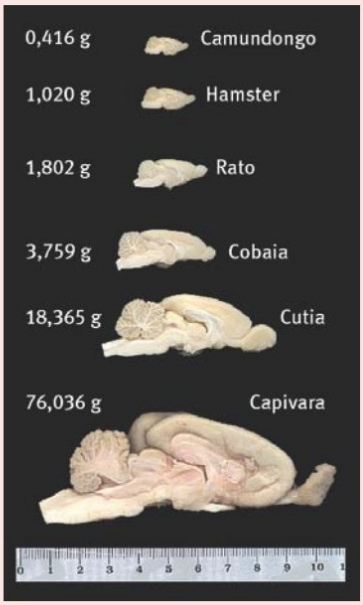
A pesquisa revelou que, em roedores, o córtex – área responsável por funções como a comunicação – sempre possui 18% do total de neurônios e que essa área pode estar supervalorizada nos estudos. "Provamos que o volume do córtex é um indicativo falho da capacidade de processamento do cérebro, uma vez que os neurônios se distribuem de forma heterogênea", conta Herculano-Houzel. Já o cerebelo, região menos estudada, apresentou os maiores aumentos do número de células neuronais, o que, segundo a pesquisadora, indica que ele pode exercer mais funções do que somente as funções motoras que lhe são normalmente atribuídas. "Se pensarmos em eficiência como sendo a capacidade de armazenar mais células neuronais em um espaço menor, perceberemos a importância do cerebelo, uma estrutura pequena em relação ao córtex, mas que abriga um crescente número de neurônios quando comparamos uma espécie menor, como o camundongo, com uma maior, como a capivara", explica a neurocientista.

Os pesquisadores notaram também que a razão entre a massa total de células e a massa total de neurônios permanece constante nas diferentes espécies e que o número de células glia (que colaboram com a transmissão de sinais entre os neurônios e dão suporte metabólico a eles) também cresce proporcionalmente ao aumento do número de neurônios. Além disso, os próprios neurônios ficam maiores quando o cérebro cresce.

Novas técnicas

A realização do trabalho só foi possível graças a uma nova técnica de contagem de células desenvolvida pela equipe, na qual o tecido cerebral é dissolvido, restando apenas os núcleos das células, identificados através de anticorpos. "Tradicionalmente, os estudos de tamanho do cérebro utilizam o volume como ferramenta, mas ficou claro que esse método é impreciso", diz a pesquisadora.

A equipe do laboratório já iniciou a nova fase do projeto, na qual serão estudadas diferentes espécies de primatas. Os resultados devem aparecer já neste ano, mas os pesquisadores acreditam que algumas regras descobertas no estudo com roedores devem permanecer. O fato de a ordem Primates, da qual fazem parte micos, gorilas e chimpanzés, abrigar animais com grande capacidade cognitiva, mas de cérebros não muito maiores do que uma capivara, por exemplo, sugere que a natureza encontrou um caminho para aumentar a eficiência sem aumentar o tamanho, fazendo jus ao velho ditado de que "tamanho não é documento".



A análise do cérebro de diferentes animais mostrou que o aumento do tamanho do órgão não é proporcional ao aumento da capacidade de processar informações

FOTO SUZANA HERCULANO-HOUZEL

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA Com 'revolução silenciosa', país quer ser líder em biociências

Suíça: pequenas moléculas, grandes negócios

Uma das maiores contribuições da física ao conhecimento humano foi mostrar que as coisas são feitas de átomos e moléculas. Por séculos, isso foi um assunto controverso, até que o francês Jean Baptiste Perrin (1870-1942), prêmio Nobel de Física de 1926, apresentou ao mundo, em 1909, o trabalho 'Realidade molecular', considerado a prova definitiva de que a matéria é formada por essas diminutas entidades. Cerca de 100 anos depois, as moléculas são a base de uma revolução silenciosa que toma conta da Suíça na área de biociências. Silenciosa, talvez, para provocar um despertar tranqüilo no 'gigante adormecido', como os suíços se referem à sua indústria.

"Nosso governo está investindo com muita força nas biociências", diz Andreas Klöti, chefe da área de colaboração com a indústria da Universidade de Zurique. Se esse esforço, que entrelaça pesquisa, jovens empresas e capital de risco, pudesse ser resumido em poucas palavras, elas seriam 'pequenas moléculas, grandes negócios'. No caso, a expressão 'pequenas moléculas' significa basicamente compostos orgânicos (formados por carbono e hidrogênio) que incluem desde substâncias sintéticas até um pequeno número de açúcares e peptídeos (fragmentos de proteínas).

Em biociências (entenda-se, biotecnologia, farmacologia, medicina, tecnologia médica etc.), a molécula certa não tem preço. Ela pode significar milhões em vendas e quantia equivalente em lucros. Ou, no melhor dos cenários, o monopólio do mercado mundial para o medicamento desenvolvido a partir dela. Por isso, grandes empresas do setor, como as gigantes suíças Novartis e Roche, também investem pesadamente em empresas recém-formadas, cujo número de empregados, às vezes, nem chega a uma dezena.

Além de jovens, ágeis e inovadoras, essas empresas contam com quadros altamente especializados, requisito básico para competir em um mercado que devora lentidão, hesitação e incompetência no café da manhã. Muitas foram fundadas por pesquisadores acadêmicos, líderes em seus campos de pesquisa. Ou nasceram de ex-funcionários das principais indústrias farmacêuticas. Os nomes dos cientistas que atuam em seus conselhos científicos parecem uma lista de candidatos ao Nobel (e muitos já o são!). Algumas empresas, como Speedel, Basilea e Actelion, por exemplo, são hoje fenômenos no mercado mundial.

A Actelion é um caso emblemático. Começou com cinco pessoas (algumas eram pesquisadores acadêmicos), dinheiro da hipoteca



FOTO CÁSSIO LEITE VIEIRA

Estação Central de trens de Zurique, Suíça

FOTO CÁSSIO LEITE VIEIRA

da casa de uma delas, sem laboratório e sem tecnologias inovadoras. Toda esperança foi depositada em uma molécula orgânica para a hipertensão arterial pulmonar (HAP). Hoje, 10 anos depois, tem 1,2 mil empregados (235 deles dedicados à pesquisa) e subsidiárias em 22 países. Ano passado, seu faturamento foi de aproximadamente 700 milhões de francos suíços (CHF$) ou cerca de R$1,2 bilhão, com lucros líquidos de CHF$ 170 milhões (R$ 290 milhões).



Prédio da Escola Politécnica de Zurique

Ciência por ciência, não!

"Procuramos moléculas novas", resume Serge Halazy, da Serono, empresa farmacêutica que gastou, em 2005, US$ 594 milhões, ou R$ 1,24 bilhão (22,9% de seu faturamento) em pesquisa e desenvolvimento. Os números impressionantes se justificam. Muitas dessas pequenas moléculas são fortes candidatas a se tornar o princípio ativo de drogas contra síndromes ou distrofias raras, doenças neurodegenerativas ou auto-imunes, cânceres e transtornos psiquiátricos.

Vicent Mutel, presidente da Addex, empresa de Genebra que pesquisa novos compostos terapêuticos para transtornos como esquizofrenia e ansiedade, dá bem o tom 'filosófico' que norteia sua empresa. "Ciência por ciência aqui é proibido. Nós criamos produtos!"

Algumas moléculas (em geral, batizadas com letras seguidas de números, como FTY720, CAD106, ATI355, SPP100) prometem um vasto espectro de aplicações, quase uma panacéia científica. Por exemplo, a ADX10059, da Addex, concorre como candidata para o tratamento de males que vão de enxaqueca, refluxo gastroesofágico, ansiedade aguda ou generalizada até combate ao tabagismo e alcoolismo. "Tudo isso sem ser sedativa", enfatiza Mutel.

Por serem raros, muitos desses quadros são classificados como doenças órfãs, que, na Europa, são aquelas que afetam uma ou menos de uma pessoa a cada 2 mil habitantes. Muitos desses quadros (de 5 mil a 8 mil deles são conhecidos hoje) não são atrativos comercialmente para as grandes farmacêuticas. Assim, muitas dessas doenças nem mesmo têm drogas para seu tratamento.

Em geral, o alvo das jovens empresas suíças é um nicho de mercado sem ou com baixa competição. Ou abandonado por um colosso do ramo, como foi o caso da Novartis, que desistiu de uma droga contra a hipertensão que, nas mãos da jovem Speedel, conquistou um filão importante do mercado. "Restringimo-nos a um mercado muito especializado", diz Kalus Schollmeier, da Santhera, especializada em pequenas moléculas com aplicação terapêutica em doenças neuromusculares. No caso, o mercado é sinônimo de Europa, Estados Unidos e Japão, pois "para muitas dessas doenças nem mesmo há diagnósticos em países pobres", diz Schollmeier.

As empresas que se dedicam à pesquisa de drogas para o tratamento ou a cura de doenças órfãs estão protegidas por lei na Suíça. "As grandes empresas não podem nos engolir", explica o relações-públicas da Mondobiotech, empresa fundada em 2001 na Basiléia que centra esforços em basicamente três moléculas, a principal delas para HAP.

Próxima Aspirina?

Chegar a uma droga não é um processo fácil. Primeiramente, é preciso selecioná-las entre uma multitude de candidatas. A Novartis, por exemplo, conta com uma biblioteca de pequenas moléculas que chega à casa de mais de um milhão. Equipamentos robóticos as introduzem em diminutos recipientes com culturas de células especiais e reagentes. São 3 mil testes por semana. Ao final de cada um desses ensaios, separam-se as que reagiram satisfatoriamente. "De 0,1% a 1% dão boas respostas", explica Daniela Gabriel, da Novartis. Entre estas, as finalistas ainda são poucas.

Uma dessas moléculas, porém, pode ser a cura ou o tratamento para uma doença. Ou, quem sabe, o próximo arrasa-quarteirão bioquímico, do tipo Prozac, Viagra ou mesmo um similar à Aspirina.

Se a molécula recebe o 'OK', ela segue o caminho das patentes (a Serono, por exemplo, já fez isso para cerca de 2 mil delas). Inicia-se, então, o longo caminho no qual serão depositados, nesse aglomerado de átomos, dezenas ou centenas de milhões de dólares. Será preciso vencer testes pré-clínicos e mais três fases, que culminam com testes em humanos. Mas, daí ▸



Laboratório na Universidade de Genebra

FOTO SCHAER FRANÇOIS

até a molécula acabar em um frasco, drágea ou envelope vendidos em uma farmácia, é um longo e demorado caminho. No caso de um tratamento para câncer, explica Andres Abt, da Roche, na Basiléia, esse tempo varia, em média, de 15 a 20 anos.

A matéria-prima de onde são extraídas as moléculas pode ser desde plantas até algo extremamente fedorento, como pulmões de vaca, processado aos quilos. Ou veneno de cobras criadas no... Brasil, como é o caso da Penthafarm, que tem um serpentário com cerca de 10 mil espécimes em Uberlândia (MG). No caso, o veneno é a matéria-prima para cosméticos e testes diagnósticos.

Sem comentários

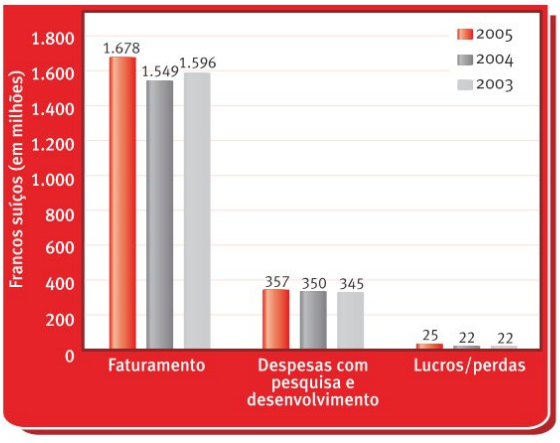
As cifras investidas na busca de pequenas moléculas são inversamente proporcionais ao tamanho delas. Nesse ramo, a palavra milhões (dólares, francos suíços, euros etc.) é algo corriqueiro. "Na Eclosion, em Genebra, uma jovem empresa recebe um capital (emblematicamente denominado 'semente') de até CHF$ 2 milhões (R$ 3,4 milhões)", explica Jesús Martin-Garcia, executivo dessa bioincubadora, que, no momento, abriga cerca de 10 empresas, entre elas a GeNeuro, que desenvolve terapias para doenças neurológicas, e GenKyoTex, especializada em drogas contra doenças neurodegenerativas. A receita de sociedade é simples: se a semente florescer, os frutos serão repartidos entre incubadora e empresa.

Uma vez que a nova empresa decola, há quem queira investir dinheiro nela. Entram em cena empresas, igualmente jovens, que encontraram um nicho financeiro nas biociências. A função delas é assessorar investidores nos melhores negócios. Thomas Bohner, da HBM Partners, fundada em 2001, explica que, no momento, o maior mercado de investimento nesse ramo é o de "desenvolvimento de novas drogas".

Depois de vencer uma escadaria de obstáculos científicos e econômicos, as novas empresas passam à última etapa: oferecer ações na Bolsa de Valores da Suíça, que se intitula a mais importante da Europa na área de biociências. Segundo a instituição, os negócios em biociências já representam um terço (CHF$ 290 milhões, ou R$ 490 milhões) de seu mercado livre de ações.

Em um universo de números tão grandes antecedidos de cifrões, pesquisadores, acostumados ao caráter público das informações que manejam, acabam decorando frases feitas do mundo dos negócios. "Não posso falar sobre detalhes", diz Wolfgang Knecht, diretor administrativo do Centro Zurique de Neurociências, quando perguntado pela *Ciência Hoje* sobre minúcias de um acordo entre sua instituição e uma multinacional. Além do sigilo industrial, academia e novas

Faturamento, despesas com pesquisa e desenvolvimento, lucros e perdas das companhias privadas de biotecnologia da Suíça



FONTE: ERNST & YOUNG



empresas têm outro vocábulo em comum: patentes. "Para assegurar o mercado", afirma Thomas Meier, da Santhera.

Pagamento em aulas

Os fundadores dessas novas empresas vêm basicamente de dois lugares: i) das universidades; ii) da própria indústria. As universidades suíças passaram, por meio de escritórios apropriados, a incentivar pesquisadores que queiram iniciar negócio próprio. Ou os que queiram transferir tecnologia de bancada para a indústria.

Muitas universidades facilitam o uso pelas jovens empresas de sua infra-estrutura e seus laboratórios. Um caso emblemático é o de Meier, da Santhera. "Pagava o uso do laboratório dando aulas na universidade", diz ele, que é professor da Universidade da Basiléia e um pesquisador de renome na área de doenças neuromusculares. "Na Escola Politécnica de Lausanne (EPL), por exemplo, é possível usar computadores, equipamentos de microfabricação e até realizar uma pequena produção", revela Solomizi Makohliso, ex-acadêmico e agora diretor da Ayanda Biosystems, empresa incubada na EPL e especializada no desenvolvimento de novos testes para diagnosticar a infecção por HIV (vírus da Aids).

A empresa The Genetics Company, por exemplo, foi fundada em função de resultados de pesquisa básica obtidos na Universidade de Zurique e do Instituto Suíço para a Pesquisa Experimental em Câncer, em Lausanne. Com meros 24 funcionários, é especializada em doenças neurodegenerativas (Alzheimer, por exemplo) e câncer. Desde que se tornou operacional, em 2000, arrecadou em capital de risco CHF$ 50,5 milhões (cerca de R$ 85 milhões), parte disso vindo da Novartis.

Manter a liderança em um ambiente altamente competitivo requer olhos abertos e ouvidos atentos para o novo. Daí ser uma das estratégias das gigantes farmacêuticas fazer parcerias com jovens e promissoras empresas ou investir capital de risco nelas. É o caso, por exemplo, da Speedel, líder em drogas para o controle da hipertensão, que tem acordos com a Novartis e a Roche.

Vantagem para todos

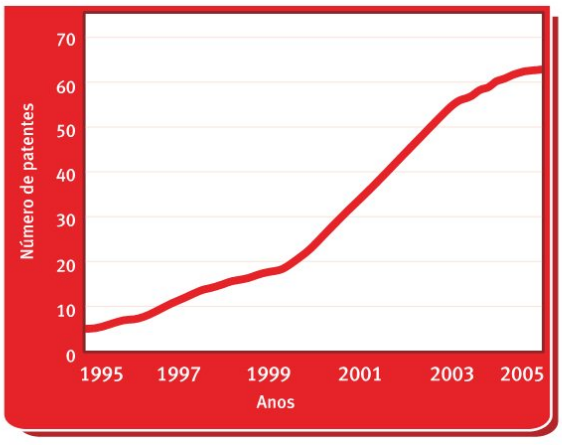
Mercados milionários e faturamentos mensais na casa dos seis zeros interessam também às universidades, que lucram quando um de seus profissionais cria uma empresa de sucesso ou repassa tecnologia para a indústria. Nesse último caso, o processo envolve sentar as várias partes interessadas em torno de uma mesa e chegar a um acordo vantajoso para todos. "Não temos uma fórmula geral. Cada caso é discutido e planejado individualmente", diz Alexandra Richardson, do Unitec (Escritório de Transferência de Tecnologia da Universidade de Genebra).

Antes do escritório, conta Richardson, "muitos pesquisadores haviam feito contratos ruins. Consideravam-se roubados e não queriam mais fazer esse tipo de acordo". Hoje, depois de oito anos de funcionamento, o escritório apresenta seus números: 200 invenções, 100 transferências de tecnologia e 15 empresas. A Universidade de Genebra, por exemplo, fica com 8% da verba que vem da iniciativa privada para financiar um projeto de pesquisa. "Acredito que em breve esse percentual deverá subir para 20%."

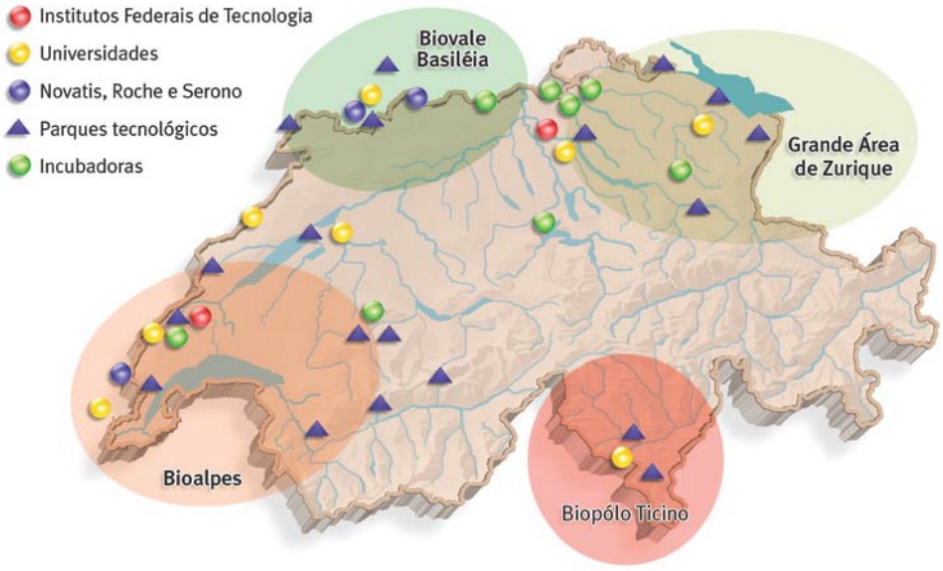
Esquemas semelhantes parecem ser quase obrigatórios nas universidades suíças. Na Escola Politécnica de Zurique, 10 pessoas se dedicam exclusivamente à transferência de tecnologia. Em sua palestra, Andreas Klöti se apresenta como 'Chefe de Colaboração com a Indústria', cargo que, em uma universidade ou centro de pesquisa no Brasil, soaria, no mínimo, incomum. Da Escola Politécnica de Lausanne (EPL) saem cerca de 10 novas empresas por ano. O Parque de Ciência, no *campus* da escola, abriga cerca de 100 jovens empresas.

A página da Unitec dá bem o tom da filosofia que norteia não só esses escritórios, mas, de certo modo, todo o esforço na área de biociências na Suíça. "Os benefícios da transferência de tecnologia se estendem por toda a universidade, ultrapassando seus muros e ajudando tanto a pesquisa e os pesquisadores, quanto a indústria, a economia local e nacional, bem como a sociedade."

Número de patentes por ano, em nível mundial, obtido pelas companhias suíças de biotecnologia. Gigantes multinacionais, como Roche e Novatis, não estão incluídas



FONTE: INSTITUTO FEDERAL SUÍÇO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL



FONTE: UBS E ERNST & YOUNG

Quatro aglomerados voltados para o incentivo à indústria e à pesquisa em biotecnologia na Suíça

Programados desde crianças

Em um plano mais amplo, o governo suíço joga pesado com o programa 'Location: Switzerland' (algo como 'Local: Suíça'). Objetivo, em termos simples: convencer empresários a levar a sede de suas empresas para o país. André Guedel, diretor do programa, lista as vantagens oferecidas: competitividade, economia de escala, logística, acesso ilimitado ao mercado europeu, alta produtividade, jornada de trabalho longa, leis trabalhistas liberais, impostos competitivos e facilidade na transferência da empresa. De quebra, cita o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) da Suíça, que só pode ser classificado com um adjetivo: suíço. Este mês, Guedel prevê esse trabalho de convencimento no Brasil. Ano passado, segundo um jornal brasileiro, uma subsidiária (*trading*) da empresa brasileira Companhia Vale do Rio Doce transferiu sua sede das Bahamas para a Suíça. A IBM fez o mesmo com seu 'quartel-general' parisiense.

Para as empresas das áreas médicas e farmacêuticas, a Suíça ainda conta com uma vantagem importante. É um caso de 'mundo perfeito' para estudos médicos do tipo coorte (que necessitam de dados sobre grande número de pacientes) em função de seu sistema de saúde. "Somos, desde crianças, programados para não faltar à consulta médica", brinca Didier Trono, diretor da Faculdade de Biociências da EPL.

Sem 'terroristas'

Dubuis, da Eclosion, resume o que a Suíça quer com seu programa de biociências. "Ser o principal pólo biotecnológico do mundo em poucos anos." Otimismo similar se vê em Michael Hengartner, do Programa de Biociências da Universidade de Zurique. "Queremos nos tornar líderes em ciências biomédicas. Para isso, não buscamos os melhores estudantes da Suíça; queremos os melhores do mundo." Para ganhar o apoio público, o programa de biociências da Universidade de Zurique dá cursos sobre as pesquisas que realiza para políticos, jornalistas, professores, estudantes e advogados.

Perguntado pela *Ciência Hoje* se havia problemas com "grupos que se opõem às pesquisas com animais", Hengartner é direto: "Não, não temos problemas com esse tipo de terrorista na Suíça", diz. A *Ciência Hoje* explica que estava tentando evitar o termo 'terrorista'. "Mas tenho certeza de que você pensou nele", responde Hengartner, para o deleite da audiência. Na Suíça, o assunto foi submetido à opinião popular. Resultado: reconhecimento da população de que esse tipo de pesquisa é importante.

Riqueza e bem-estar para todos

Na Suíça, há quatro aglomerados (Bioalpes, Biopólo Ticino, Biovale Basiléia e Grande Área de Zurique) voltados para o incentivo à indústria e à pesquisa em biotecnologia e que convergem esforços através do programa em nível nacional, o SwissBiotech.

Conhecido pela indústria de alimentos, esse país diminuto (41 mil km^2, duas vezes a área de Sergipe), com 7,5 milhões de habitantes e invejáveis US$ 320 bilhões (R$ 670 bilhões) de produto interno bruto, uniu, em uma malha complexa de relações, governo, academia e indústria e setor financeiro para alavancar um esforço científico em uma área que eles denominam 'ciências da vida'. Discussão semelhante encontra solo fértil no Brasil, em um momento em que foi recentemente aprovada uma Lei de Inovação Tecnológica e os físicos, por exemplo, tentam aproximar a disciplina da inovação.

As palavras de Renato Paro, da EPZ, dão bem o tom do que a Suíça quer com seu esforço nacional em biociências: "No final das contas, é tudo uma questão de transformar conhecimento em riqueza e bem-estar para a população". Uma lição que o Brasil está começando a entender.

Cássio Leite Vieira*
Ciência Hoje/RJ

* O jornalista viajou a convite do programa 'Location: Switzerland' (www.locationswitzerland.com).

MEDICINA

DESNUTRIÇÃO INDÍGENA, FATOR DE RISCO

A falta de acompanhamento pré-natal e a desnutrição estão entre as principais causas de complicações na saúde infantil de qualquer grupo social. Os kaiowás e guaranis, habitantes de terras indígenas no estado do Mato Grosso do Sul, não fogem à regra. Pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) investigaram a saúde materno-infantil e o estado nutricional das crianças desses grupos e observaram que, entre mães, cerca de 19% não fizeram o atendimento pré-natal e que 30% das crianças apresentaram baixo peso ao nascer (menos que 2,5 kg), fatos que aumentam os riscos de mortalidade para ambos.

Os dados da pesquisa foram obtidos através de entrevistas com as mães indígenas – questionadas quanto à ocorrência de doenças, como pneumonia e diarréia, em seus filhos – e através de avaliação do estado nutricional de crianças menores de cinco anos.

Renata Pícoli, especialista em saúde coletiva e uma das integrantes do projeto, diz que os resultados foram apresentados às mães como forma de contribuir para que elas entendessem a situação nutricional de seus filhos. A pesquisadora pretende, durante seu curso de doutorado, compreender o significado e a situação de saúde infantil sob a óptica do povo kaiowá e guarani – aspectos socioculturais fundamentais para construir o perfil epidemiológico e estratégias de intervenção.



FOTO DE RENATA PÍCOLI

BOTÂNICA

CORES ACELERAM FLORAÇÃO



Uma nova tecnologia para apressar o tempo de floração, baseada no uso de malhas de sombra coloridas feitas de plástico, foi testada na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Essas telas especiais melhoram o aproveitamento da radiação solar pelas plantas, encurtando o tempo de floração de espécies como orquídeas, gérberas e mosquitinhos. Desenvolvida por uma empresa israelense, a tecnologia foi testada pela primeira vez em flores cultivadas em uma região tropical.

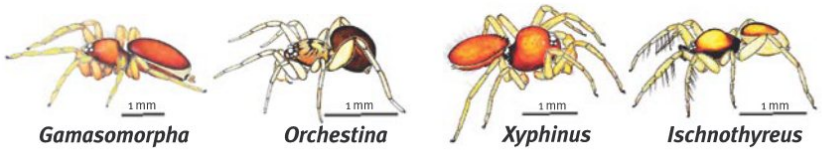
Em regiões em que a incidência de raios ultravioleta é muito forte, já são usadas telas pretas e brancas para diminuir essa intensidade, pois eles prejudicam o crescimento das flores. No entanto, segundo o engenheiro agrônomo Cícero Leite, que apresentou os resultados dos testes em tese de doutorado, essas telas de sombreamento bloqueiam, além da radiação prejudicial, parte da radiação benéfica. "As malhas de sombra coloridas são feitas com pigmentos especiais que transformam os raios ultravioleta em radiação benéfica, bem como melhoram o aproveitamento do espectro de luz", afirma Leite.

Dependendo da cor das malhas de sombra e das espécies de flores, a técnica produz diferentes resultados. "Verificamos que, com o uso de malha vermelha, a produção de gérbera aumentou 25% e os lírios ficaram 12 cm maiores e com caule 15% mais grosso. Mas é importante que a planta seja bem irrigada e nutrida. A técnica de manipulação da luz não faz diferença se o cultivo não for eficiente", esclarece o engenheiro agrônomo.

Esses resultados também podem ser alcançados com a utilização de hormônios vegetais, mas Leite observa que o estímulo pela luz é menos perigoso do ponto de vista, por exemplo, da produção e do consumo de hortaliças, uma vez que ainda não se conhece o efeito que os hormônios podem causar na alimentação.

ZOOLOGIA

UMA TEIA PARA ESTUDAR AS ARANHAS



Gamasomorpha *Orchestina* *Xyphinus* *Ischnothyreus*

RESEARCH.AMNH.ORG

A primeira rede mundial de estudo de aranhas contará com a participação de três instituições brasileiras para montar um banco de dados virtual com informações sobre as espécies pertencentes à família Oonopidae, que abriga animais presentes em todos os continentes do globo, exceto a Antártida. A previsão é de que 5 mil espécies sejam incluídas no banco de dados.

O projeto terá duração de cinco anos e reunirá informações taxonômicas recolhidas em coleções científicas das instituições participantes e de museus, além de dados de excursões de coleta. "O material principal virá das coleções. Para se ter uma idéia, só o Instituto Butantan tem cerca de 200 espécies e 6 mil exemplares", explica Antonio Domingos Brescovit, pesquisador científico do Instituto.

A identificação das espécies já começou e no próximo ano os pesquisadores se reunirão para iniciar a comparação das informações, evitando que as espécies se repitam na lista que será montada. "A estrutura do projeto permite que trabalhemos de maneira independente, cruzando os dados posteriormente", diz o pesquisador.

A iniciativa de montar a rede partiu do Museu Norte-americano de História Natural, nos Estados Unidos, e contará com especialistas da África, Austrália, Europa e Argentina (que coordenará a inserção de dados de outros países da América Latina). No Brasil, além de Brescovit, participam do projeto Cristina A. Rheims e Adalberto J. Santos, do Instituto Butantan; Alexandre B. Bonaldo, do Museu Paraense Emílio Goeldi; e Ricardo Ott, do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica de Porto Alegre.

GENÉTICA Bacilo usado como vacina contra tuberculose tem genoma seqüenciado

BCG decifrada

A vacina BCG Moreau RDJ, utilizada contra a tuberculose, acaba de ter seu genoma seqüenciado em projeto realizado, em parceria, pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e a Fundação Ataulpho de Paiva (FAP), ambas no Rio de Janeiro. A vacina, que tem como base a ação do bacilo *Mycobacterium bovis* com potencial de infecção atenuado, é hoje a forma de prevenção mais eficaz contra uma doença que, apesar de possuir tratamento, ainda mata cerca de 2 milhões de pessoas por ano em todo o mundo. O estudo possibilitará, em curto prazo, o desenvolvimento de *kits* para testes muito precisos de qualidade da vacina e, em longo prazo, o aumento de sua eficácia através, por exemplo, da remoção de um ou mais nucleotídeos (unidades formadoras e ácidos nucléicos) e da inserção de genes.

O início do trabalho teve como meta determinar a genealogia da cepa (linhagem) BCG Moreau RDJ, uma das mais antigas entre as cinco existentes e uma das poucas certificadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A equipe da geneticista Leila Mendonça Lima, do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Fiocruz, utilizou a técnica de seqüenciamento aleatório, conhecida como *shotgun*, para decifrar o genoma da vacina. Nessa técnica, o DNA é 'quebrado' e os fragmentos resultantes são clonados e seqüenciados (ou seja, têm seus pares de base identificados) separadamente, sendo depois reorganizados de forma a recompor o DNA completo – já que existem seqüências que permitem identificar o encaixe entre os fragmentos.

A seqüência obtida pelos pesquisadores permitirá comparações entre a BCG brasileira e bactérias como a *Mycobacterium leprae*, causadora da hanseníase, e a *Mycobacterium tuberculosis*, causadora da própria tuberculose, ambas já seqüenciadas. "Essas comparações trarão informações que no futuro poderão se transformar em novas vacinas", diz Lima. Outra possibilidade aberta pelo seqüenciamento é a diminuição dos efeitos adversos causados pela BCG. Segundo Luiz Roberto Castello Branco, médico e diretor científico da FAP, a vacina brasileira é a que apresenta menos efeitos colaterais e, a partir da comparação do genoma da BCG Moreau RDJ com BCGs de outras cepas, os genes ou seqüências responsáveis por esses efeitos poderiam ser identificados e retirados. "Assim, evitaríamos problemas como o aumento dos gânglios, que ocorre em certos casos. Mas esse não é o principal interesse no Brasil, já que a nossa vacina quase não tem efeitos colaterais", afirma.



ADRIANA ELIAS/FOLHA IMAGEM

UMA DOENÇA ASSOCIADA À POBREZA

A tuberculose é causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecida como bacilo de Koch. A doença é, junto com a Aids e a malária, uma das principais preocupações em termos de saúde pública mundial. Estima-se que existam 8,7 milhões de novos casos da doença por ano no mundo, mas apenas 4,8 milhões relatados oficialmente, dificultando o tratamento e a prevenção.

O Brasil ocupa o 16º lugar entre os países com mais casos de tuberculose. A doença é típica de locais com baixas condições de higiene, como favelas e áreas metropolitanas, concentrando-se em 315 municípios brasileiros, a maioria destes situados nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Bahia.

Hoje, praticamente 100% das crianças brasileiras recebem uma dose da BCG ao nascer, o que as protege contra a tuberculose infantil e a meningite tuberculosa. Apesar de muito benéfica na infância, a vacina não é eficaz contra a tuberculose pulmonar adulta e os cientistas continuam investigando formas de prevenção e tratamento da doença.

Os pesquisadores também ressaltam a possibilidade da fabricação de vacinas recombinantes, em que a inserção de genes permite que atuem contra mais de uma doença ao mesmo tempo. "A BCG é um ótimo veículo vivo para uma vacina recombinante, segundo mostram diversos estudos", enfatiza Lima. A pesquisadora lembra, no entanto, que serão necessários pelo menos mais 10 anos de pesquisa para que as vacinas recombinantes estejam no mercado. "Entre a bancada do laboratório e as produções em larga escala há uma grande distância", diz.

Entre os resultados mais imediatos da pesquisa, o desenvolvimento de *kits* de controle de qualidade da vacina é o principal. O objetivo é tornar os efeitos da vacina homogêneos, independentemente do lote a que pertença. "Uma comparação lote a lote poderia investigar, por exemplo, a expressão de proteínas ou o próprio DNA, permitindo afirmar que o organismo ali presente é mesmo o da BCG", explica Castello Branco. Segundo ele, atualmente, o controle é muito trabalhoso, sendo necessário testar cerca de 745 itens. Além disso, como a OMS planeja instalar um novo método de certificação de vacinas baseado no genoma, o Brasil estaria um passo à frente no caso da BCG.

A próxima etapa da pesquisa é a publicação do estudo em revistas científicas, o que deve acontecer ainda este ano. "Antes da publicação, precisamos relacionar o genoma a características biológicas do microrganismo", explica Lima. O prosseguimento do estudo já está garantido, uma vez que as duas instituições assinaram um novo documento, definindo a continuidade do que, nas palavras do presidente da Fiocruz, Paulo Buss, representa "uma prova da capacidade da ciência brasileira".

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

Novas cultivares de videiras européias estão sendo introduzidas no vale do São Francisco para a produção de vinhos típicos da região



ARQUIVO EMBRAPA SEMI-ÁRIDO

AGRICULTURA

VINHO NORDESTINO

O vale do rio São Francisco – que abrange os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas – deverá incrementar sua produção vinícola nos próximos anos. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) está realizando testes para a produção de vinhos a partir de novas cultivares de videiras européias recentemente introduzidas em três vinícolas da região. Segundo o pesquisador da Embrapa Semi-Árido na área de enologia, Giuliano Elias Pereira, o objetivo é determinar, a partir dos testes, o sistema de produção de uvas para a obtenção de vinhos que sejam reconhecidos pela sua qualidade e originalidade.

"Como as variedades são provenientes de clima temperado, o cultivo em clima tropical exige algumas mudanças", explica. É preciso testar o sistema de condução mais adequado – entre o tipo espaldeira (área foliar vertical ao solo, utilizado na maioria dos países) ou latada (horizontal ao solo, o mais usado na região) – e avaliar diferentes portas-enxertos (parte da planta que forma o sistema radicular). "Além disso, precisamos determinar a forma de irrigação e a nutrição mineral mais adequadas, bem como o ponto ideal de colheita das uvas", completa.

Atualmente, as sete vinícolas do vale de São Francisco produzem cerca de 20 tipos de 'vinhos do sol' (aromáticos, frutados e adequados para consumo em dois anos). Pereira espera que, até 2008, pelo menos três das 12 variedades em estudo possam ser divulgadas para os vitivinicultores da região. Ele alerta, porém, que a avaliação exige mais tempo, pois a qualidade das primeiras safras de uma videira é sempre limitada. "A planta começa a produzir sua melhor uva a partir da décima safra (em condições temperadas). No vale de São Francisco, como há duas ou três safras por ano, esse tempo deve ser de três ou quatro anos", diz.

CBPF LANÇA NOVA PÁGINA ELETRÔNICA • O novo portal do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) tem um espaço reservado para atividades de divulgação científica direcionada ao público leigo. Há também uma parte de notícias para divulgar o que é produzido na instituição. O sistema de funcionamento da página permite que toda a produção científica (teses, dissertações, notas de aula) entre automaticamente no ar, o que torna mais fácil o acesso de toda a comunidade às pesquisas realizadas no CBPF. O endereço da nova página é www.cbpf.br.

FÍSICA Radiação é aplicada na análise de tecidos atingidos pela catarata

Olhar de raios X

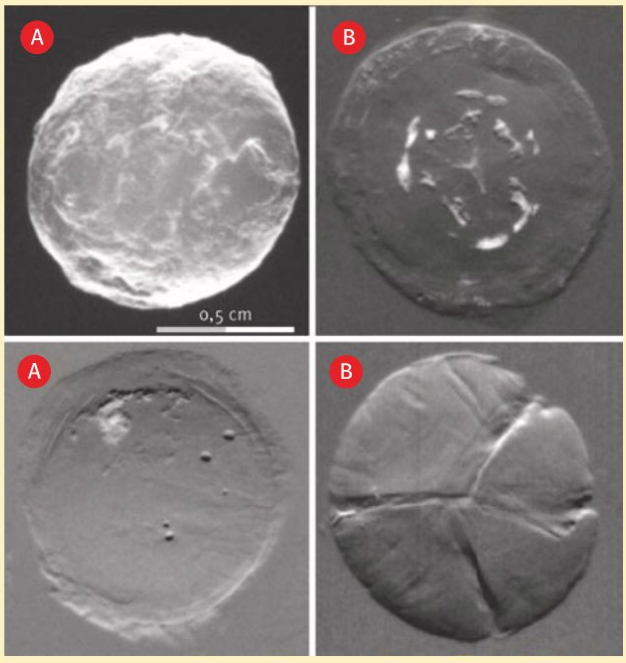
O estudo da catarata ganhou um poderoso aliado: o uso de feixes de raios X para a análise de tecidos do cristalino (lente natural do olho). A descoberta dessa nova aplicação para a radiação X deve-se a um grupo do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), que conseguiu obter uma visualização completa, com informações microscópicas do cristalino. Com o uso apenas de microscópios ópticos e eletrônicos, não se conseguia 'enxergar' a lente do olho inteira, que tem pouco menos de 1 cm de diâmetro. O método facilitará o estudo das características de doenças que afetam o cristalino.

Segundo o físico Sérgio Morelhão, responsável pelo projeto, desenvolvido no Departamento de Física Aplicada da USP, foram analisadas lentes de vários mamíferos com a doença, todas bastante semelhantes à lente humana. Apenas as lentes caninas foram estudadas em detalhe, até o momento, devido ao grande número de amostras. O método pode ser utilizado em qualquer tipo de tecido e mesmo em materiais inorgânicos, a fim de avaliar sua estrutura. "Como a técnica fornece uma visão global, possibilitando a observação de todas as partes do tecido conjuntamente, podemos comparar tecidos saudáveis e doentes. O primeiro desafio agora é correlacionar os diversos fatores responsáveis pela catarata com as informações inéditas obtidas das imagens de raios X. Em seguida, essa análise deverá ser levada ao laboratório clínico", diz o físico.

Os raios X são mais conhecidos por seu emprego em exames de radiografia. Nesse caso, a radiação atravessa todos os tecidos do paciente, apresentando uma intensidade diferenciada (menor) ao atravessar os ossos, o que permite aos médicos avaliarem, por exemplo, a existência de alguma fratura. Já na análise do cristalino, exploram-se principalmente os desvios na direção de propagação dos raios X, quando eles passam pela lente do olho. Embora seja bem pequena – da ordem de centésimos de milésimos de graus –, essa mudança do ângulo é detectada e mostra as alterações do tecido acometido pela doença. A grande sensibilidade do aparelho à variação do ângulo deve-se à reflexão dos raios em um cristal perfeito.

Os experimentos foram feitos no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas (SP), e no laboratório norte-americano Fonte Nacional de Luz Síncrotron, em Nova York. Apenas nesse tipo de laboratório há a infra-estrutura necessária para as pesquisas, pois a técnica de imagem de raios X empregada só funciona para uma radiação monocromática, ou seja, todos os raios incidentes na amostra precisam ter exatamente a mesma direção de propagação e o mesmo comprimento de onda. As fontes convencionais de radiação, existentes em laboratórios hospitalares e acadêmicos, liberam feixes dispersos e de baixa intensidade se comparadas às fontes síncrotron.

Todos os testes foram realizados *in vitro*, ou seja, os cientistas retiraram um pedaço do tecido do animal para fazer a análise. Pesquisadores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootécnica da USP extraíram para o estudo, através de cirurgia, as lentes inteiras de animais já sem visão. Morelhão afirma que, em princípio, não há risco em submeter os animais a esse tipo de radiação localizada. "Teoricamente, as células não seriam danificadas após a exposição aos raios X, mas podem ocorrer dificuldades técnicas no processo que acabem prejudicando o animal", avalia.



Imagens de raios X de lentes inteiras com catarata, mostrando diferentes tipos da doença: (A) caracterização da superfície; (B) catarata hipermatura; (C) parcial e (D) total

Um passo para o tratamento

A catarata é causada pela perda de transparência do cristalino, o que provoca espalhamento dos raios de luz – difusão da radiação visível –, prejudicando a visão. Isso acontece porque as fissuras ou imperfeições do tecido causam o espalhamento da radiação eletromagnética visível se suas dimen-

sões forem da mesma ordem do comprimento de onda da luz.

"Os raios X permitem identificar a localização dos centros espalhadores, a distribuição deles dentro da lente, e também nos dão uma estimativa muito melhor do seu tamanho", esclarece Morelhão. Por isso, a técnica é particularmente eficiente na análise de lentes com catarata e poderá ampliar a compreensão da doença, passo fundamental para o desenvolvimento de tratamentos de reversão ou estabilização dos diversos quadros que ela pode apresentar. "Começamos estudando a catarata porque é uma doença comum, que nos propiciará volume de amostras suficiente quando começarmos a pesquisar os tecidos de seres humanos. Tecidos com câncer também poderiam ser estudados, mas trata-se de um material muito difícil de se conseguir", exemplifica.

Os pesquisadores observaram que os cristalinos de cachorros com cegueira parcial e total apresentam características distintas. A cegueira parcial aparece relacionada com manchas de tecido calcificado. Já na catarata total foram observadas fissuras provocadas pelo ressecamento das fibras do cristalino, que causam um espalhamento da luz até um ponto que não permite mais enxergar. Morelhão afirma que um dos objetivos do estudo é investigar as causas dessas diferenças. "Desconfiamos que o primeiro quadro da doença esteja ligado ao consumo exagerado de cálcio, porque analisamos animais que consomem grande quantidade desse mineral. Quanto ao segundo, é possível que esteja relacionado ao diabetes, pois essa doença predispõe a alterações fisiológicas dos tecidos que poderiam influenciar na formação das fissuras", afirma Morelhão.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

ZOOLOGIA

NOVA ESPÉCIE DE COBRA NO PARÁ

Atractus caxiuanã é o nome da nova espécie de cobra descoberta na Floresta Nacional de Caxiuanã, na Amazônia paraense. Descrita a partir de três exemplares encontrados em expedições de pesquisa, a espécie apresenta entre suas características únicas a porção ventral da cauda com coloração negra e um padrão diferenciado das escamas da cabeça.

Posição ventral e dorsal da *Atractus caxiuanã*

FOTOS ANA PRUDENTE



Ana Prudente, sistemata do Museu Paraense Emílio Goeldi e uma das autoras da descoberta, explica que a familiaridade com o grupo é muito importante no momento da descrição de novas espécies. "Como trabalho há muito tempo com o gênero *Atractus*, percebi logo os caracteres diagnósticos, ou seja, aqueles que diferenciam a espécie de qualquer outra existente." Segundo ela, a falta de especialistas em sistemática (área do conhecimento que descreve e identifica as espécies) na Amazônia, aliada à amplitude da região, faz com que muitas espécies permaneçam desconhecidas. "A ecologia desperta mais interesse atualmente, mas ela depende da sistemática", enfatiza a pesquisadora, que se empenha em formar pessoal especializado.

O material de Caxiuanã foi depositado na coleção do museu. O exemplar mais bem conservado foi escolhido como holótipo, aquele que será usado para comparações caso qualquer pesquisador do mundo queira conhecer e estudar a espécie. "O holótipo é muito importante, é como o primeiro exemplar da primeira edição de um livro", compara. Os outros dois exemplares da nova espécie também estão depositados no museu e servem como parátipos, ou seja, exemplos das variações possíveis das características do animal.

PRÉDIOS 'ANTITERREMOTOS' • **Novas edificações precisam suportar uma força horizontal de no mínimo 15% do seu peso e ser resistentes a abalos sísmicos. A nova norma, desenvolvida por pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entrou em vigor em 1º de dezembro de 2006. Abalos sísmicos são provocados pelos movimentos das placas tectônicas (blocos de rocha) embaixo da crosta terrestre. A medida se justifica porque, embora o país esteja sobre apenas uma placa, há falhas que podem provocar terremotos. Mas a norma se restringe a determinadas áreas mais atingidas, principalmente no extremo norte da região Nordeste, algumas áreas da região Centro-Oeste e os estados do Acre e Amazonas.**

AGRONOMIA Sistema permite ter lavoura de tomates mais saudável e menos agressiva ao ambiente

Plantio ecológico





FOTOS JOSÉ RONALDO MACEDO/EMBRAPA

Penca de tomate ensacada na fase de floração, técnica que impede a contaminação pela broca. O ensacamento possibilita a produção de tomates com menor uso de agrotóxicos

Tomate ecologicamente cultivado ou simplesmente Tomatec é o nome do novo sistema desenvolvido pela Embrapa Solos, que, além de reduzir drasticamente a quantidade de agrotóxico presente no fruto, preserva o ambiente, evitando a degradação do solo e a contaminação da água. O sistema é resultado de 12 anos de trabalho, reúne diferentes técnicas de produção 'ecologicamente corretas' e atende exatamente a uma das lavouras que mais utiliza aditivos químicos: a do tomate.

Um dos principais diferenciais do Tomatec é o ensacamento da penca de tomates após a abertura da terceira flor. Esse processo impede a contaminação pela broca, lagarta responsável por cerca de 50% do agrotóxico utilizado na lavoura. "Além de evitar a broca, o ensacamento dos tomates aumenta a proteção contra outras pragas", explica o agrônomo José Ronaldo Macedo, líder do projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Segundo ele, os resultados observados em campo demonstraram que o ensacamento nessa etapa da floração é a melhor alternativa: "ensacar as flores antes da terceira floração prejudica a abertura das outras flores e realizar o ensacamento muito tempo depois aumenta seriamente o risco de contaminação pela broca", explica.

Outros pontos a favor do sistema são as técnicas de fertirrigação (aplicação de fertilizantes via água de irrigação), conservação do solo e manejo integrado de pragas, que orienta o uso planejado de agrotóxicos em função do grau de dano causado pelas pragas. "Os agrotóxicos são usados de forma orientada, ou seja, somente quando estritamente necessários", esclarece Macedo.

Os tomates produzidos pelo sistema Tomatec foram analisados por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), que contam com aparelhos de alta precisão para detectar a presença de princípios ativos provenientes de agrotóxicos. Um desses compostos usado como parâmetro foi o ditilcarbamato, escolhido por ser largamente empregado no plantio do tomate, de fácil análise e por existir legislação precisa sobre os valores permitidos em alimentos.

"A lei permite 3 mg de ditilcarbamato por quilo de tomate. As análises dos frutos produzidos no sistema Tomatec não detectaram

a presença desse elemento. Posteriormente, foram analisados mais 122 princípios ativos, envolvendo outros grupos de agrotóxicos, e foi obtido o mesmo resultado, ou seja, novamente não foram detectados resíduos de agrotóxicos nos frutos", comemora o agrônomo. As conquistas fora do laboratório também mereceram comemoração: 99% da produção foram aproveitados, com menor aplicação de agrotóxicos (50% a 60% menos do que o usual) e há três anos não há erosão na área plantada com o método, devido à aplicação de técnicas de plantio direto, com curvas de nível no terreno e manutenção da cobertura morta para proteção do solo.

A idéia é conseguir, em 2007, um mercado diferenciado para o produto, apostando no reconhecimento de suas qualidades pelos consumidores. "A preocupação dos produtores não é só com o ganho de mercado. A iniciativa surgiu da consciência de que é necessário preservar o meio ambiente", conta o agrônomo.

Até o momento, três agricultores do município de São José de Ubá, noroeste do estado do Rio de Janeiro, implementaram o sistema de maneira independente, sem precisar da supervisão constante de técnicos da Embrapa. Mas os tomates 'ecológicos' ainda não são de fácil acesso para os consumidores. A intenção do projeto é aumentar o número de produtores através de novos cursos de treinamento, promovidos em parceria com a prefeitura da região, e também levar a técnica para outras áreas, preferencialmente mais frias, pois permitiriam o plantio de tomate no verão, uma vez que a cultura é pouco resistente ao frio.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

ENGENHARIA QUÍMICA

MATERIAIS CIRÚRGICOS DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

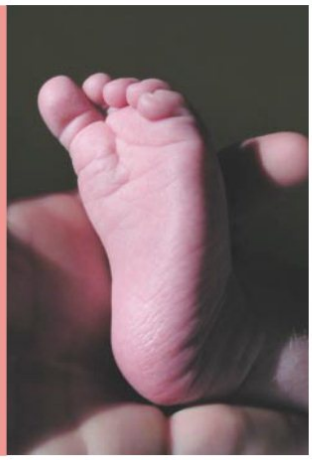
A cana-de-açúcar, que, entre outras aplicações, é matéria-prima do álcool combustível, ganhou uma nova utilidade. Pesquisadores das universidades Federal de Pernambuco (UFPE) e Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) desenvolveram um biopolímero, obtido do melaço da planta, para ser usado como substituto de materiais cirúrgicos convencionais, criando uma alternativa mais barata e menos agressiva ao organismo.

O polímero foi descoberto em 1990, durante uma pesquisa na UFRPE, quando foi observada a formação de flocos – o novo polímero – no processo de fermentação alcoólica. A síntese está relacionada com a presença de microrganismos no processo de fermentação. Em parceria com a equipe da UFPE, os pesquisadores determinaram o processo de formação desse composto, sua biocompatibilidade (aplicação em animais) e sua citotoxidade (observação em laboratório da reação de células humanas em contato com o material). Os bons resultados incentivaram a criação de uma série de materiais cirúrgicos a partir do polímero. "Conseguimos desenvolver, por exemplo, fios de sutura, membranas para correção de lesões em vasos sangüíneos e até tubos para substituição de artérias", explica o coordenador do grupo, o médico José Lamartine Aguiar, do Departamento de Cirurgia da UFPE.

Até agora, os materiais cirúrgicos feitos com o composto obtiveram resultados animadores. "Além da boa flexibilidade e resistência que possui", conta Aguiar, "o organismo não apresenta reação à presença do biopolímero." O desenvolvimento dos novos materiais a partir do biopolímero também traz benefícios financeiros, pois permite a substituição de próteses usadas atualmente, em geral importadas e caras, além de agregar valor a um produto barato como o melaço da cana.

Os cientistas agora pretendem intensificar as pesquisas para verificar, entre outras questões, o comportamento do composto em longo prazo. "Nossos experimentos mais antigos em seres vivos têm apenas um ano", justifica Aguiar. Ainda não há previsão para o início das experiências com humanos.

NOVO TESTE PARA BEBÊS • A fibrose cística já pode ser detectada nos primeiros dias de vida das crianças fluminenses. O exame que revela a presença da doença foi incluído no consagrado 'teste do pezinho', por iniciativa do Instituto Fernandes Figueira (IFF) e da Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro. Caso a criança seja identificada como portadora, ela será encaminhada ao IFF para testes mais específicos. A fibrose cística é uma doença genética que afeta principalmente os aparelhos digestivo e respiratório. Três outros estados brasileiros incluíram o exame da fibrose cística no 'teste do pezinho': Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina.



MENOS QUEIMADAS NA AMAZÔNIA • As queimadas na Amazônia Legal – área que engloba toda a região Norte do país e partes dos estados do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão – diminuíram 45,8% entre os meses de janeiro e setembro de 2006 em relação ao mesmo período de 2005. Os dados são do programa de monitoramento de queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Entre os fatores apontados como responsáveis pela queda no número de queimadas estão a diminuição de áreas abertas para o cultivo de grãos, um ano mais úmido e uma fiscalização mais rigorosa por parte dos órgãos responsáveis.

BIOLOGIA Disposição dos ovários em cobras arborícolas difere da observada nas espécies terrestres

Vida sobre galhos



FOTO ANTONIO DA COSTA

Cobras arborícolas, como a *Corallus hortulanus*, mantêm o corpo esguio mesmo durante o ciclo de reprodução, o que facilita o deslocamento sobre a vegetação

Olhos grandes que facilitam a visão, cauda longa e corpo esguio para tornar o movimento mais fácil são algumas das adaptações adquiridas por certas espécies de serpentes para conquistar as partes mais altas da vegetação. Nenhuma novidade até aí. Mas uma pesquisa feita na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) mostrou que a disposição dos órgãos reprodutores das cobras fêmeas arborícolas é diferente da que ocorre nas espécies terrestres. O estudo, conduzido pela bióloga Ligia Pizzatto, está previsto para ser publicado na revista norte-americana *Ecology* ainda este ano.

Após três anos de estudos, Pizzatto, pesquisadora do Instituto de Biologia da Unicamp, demonstrou que os ovários das cobras arborícolas da família Boidae, à qual pertencem as jibóias, as salamantas e as sucuris, não estão alinhados de forma paralela, como acontece com as cobras terrestres. Isso leva os folículos grandes (células que darão origem aos óvulos no estágio avançado do ciclo de reprodução) a não se sobreporem. "Nas serpentes terrestres, durante a gestação, os filhotes podem ficar tão aglomerados que a fêmea fica com o corpo bem dilatado, o que dificultaria muito a vida sobre os galhos. Já as arborícolas, por terem um alinhamento diferente, mantêm o corpo esguio mesmo durante o ciclo de reprodução", explica a bióloga.

Para investigar os órgãos reprodutores e a quantidade de folículos e de filhotes nas espécies de Boidae, Pizzatto utilizou animais mortos de coleções de museus e instituições de pesquisa. Esses animais são coletados, durante anos, diretamente da natureza, o que permite observar a situação reprodutiva como ocorre no ambiente natural. Segundo a bióloga, não seria possível realizar esse estudo com animais vivos, pois é difícil encontrar serpentes em quantidade suficiente para pesquisa de campo.

Ela destaca que a adaptação dos órgãos reprodutores só ocorreu por causa da redução da ninhada desse tipo de serpente. "Se elas conseguem ter mais espaço entre os ovários e os folículos, e os filhotes ficam mais alinhados, o número de filhotes diminui. Estudei a posição e o arranjo dos filhotes no oviduto (canal pelo qual passam os ovos para serem expelidos do corpo da fêmea) e verifiquei que seguem a mesma regra dos ovários, mas não pude quantificar isso, pois esses animais têm freqüência reprodutiva baixa e não havia muitas fêmeas grávidas nos museus", esclarece a pesquisadora.

As serpentes da família Boidae incluem espécies terrestres, arborícolas, semi-arborícolas e aquáticas. Elas são, em geral,

de grande porte (1,5 m a 6 m) e começam a se reproduzir tardiamente. Os cientistas consideram como arborícolas as cobras que fazem a maior parte de suas atividades sobre a vegetação, como as cobras-papagaio, que até parem os filhotes nas árvores. Embora os aspectos reprodutivos dessas espécies em cativeiro sejam bastante conhecidos, Pizzatto conta que havia pouca informação sobre a reprodução na natureza. Ela cita o caso da salamanta. "Alguns autores acreditavam que ela se reproduzia todos os anos, mas outros desconfiavam que isso não ocorria. É possível que uma das explicações para isso seja que, por ela ser vivípara, não tem energia suficiente para iniciar um novo ciclo reprodutivo imediatamente após parir", sugere a bióloga.

Ao investigar espécies que ocorrem em diferentes áreas geográficas, a pesquisadora concluiu que, muitas vezes, os ciclos reprodutivos não são muito distintos. Ela estudou duas famílias próximas: as Boidae – naturais das Américas do Sul, Central e das ilhas do Pacífico – e as Pythonidae – encontradas na Austrália, África, Ásia e nas ilhas do Pacífico. Apesar de viverem em locais completamente diferentes, essas famílias mantêm o ciclo reprodutivo bastante parecido, pois a ovulação ocorre na mesma época e os filhotes nascem na mesma estação do ano. "Até o tempo necessário para o desenvolvimento dos filhotes é o mesmo, pois enquanto as Boidae estão em gestação, as Pythonidae estão incubando os ovos. Isso não ocorre, entretanto, com todas as espécies de serpentes. Em algumas famílias os ciclos podem ser bastante variáveis e mesmo uma única espécie pode se reproduzir em diferentes épocas do ano dependendo da região em que ocorre", ressalta.

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

AGROINDÚSTRIA

SUCO DE FRUTAS TIPO EXPORTAÇÃO

O sabor dos sucos industrializados pouco lembra o real sabor das frutas que aparecem na embalagem. Diminuir essa distância foi um dos objetivos do engenheiro químico Cláudio Patrício Ribeiro Junior, que desenvolveu uma nova tecnologia para obtenção de sucos concentrados, durante seu curso de doutorado no Programa de Engenharia Química da Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). "Além de preservar características mais próximas às dos sucos naturais, é importante melhorar a qualidade do suco nacional e tornar mais eficiente sua fabricação, já que o Brasil é o maior exportador de suco de laranja do mundo e apresenta um potencial pouco explorado para a produção e exportação de sucos de outras frutas tropicais", afirma Ribeiro Jr.

A unidade protótipo que utiliza a tecnologia traz duas inovações importantes. A primeira delas é a concentração do suco (retirada de parte da água que compõe 75% da polpa), utilizando o método de evaporação por contato direto, no qual um gás quente é borbulhado através do suco. A segunda é o uso de membranas permeáveis seletivas que funcionam como uma espécie de 'peneiras moleculares', captando as moléculas responsáveis pelo aroma, normalmente perdidas junto com a água evaporada. "A evaporação por contato direto diminui as alterações de sabor, resultado do aquecimento do suco, pois permite que trabalhemos com temperaturas mais baixas. Já as membranas seletivas são mais eficientes do que os métodos tradicionais na captação das moléculas de odor", explica.

CLÁUDIO P. RIBEIRO JR.



A evaporação por contato direto é o método usado para melhorar a qualidade dos sucos, diminuindo as alterações de sabor

Outras vantagens da unidade desenvolvida pelo pesquisador são a facilidade de operação, o pequeno porte dos equipamentos e a possibilidade de sua utilização para a produção de suco de qualquer fruta. A desvantagem é a impossibilidade de adaptação de estruturas e equipamentos já existentes. "É preciso começar do zero", diz ele, que entrou com o pedido de patente da tecnologia.

A aplicação da modelagem matemática ao processo de obtenção de sucos concentrados é outra novidade apresentada pelo pesquisador. Ele desenvolveu modelos capazes de prever o comportamento dos componentes dos sucos quando condições como temperatura e pressão são alteradas durante a fabricação.

A equipe do Laboratório de Termofluidodinâmica, do qual Ribeiro Junior é integrante, aguarda agora a liberação de verbas para iniciar os testes em escala piloto. "Até o momento trabalhamos em escala de laboratório, usando soluções sintéticas para os testes", explica. Na próxima etapa, o método será testado com sucos verdadeiros e só então serão contatadas empresas interessadas em adquirir a tecnologia. Ribeiro lembra que a maior parte da produção brasileira de sucos concentrados é exportada e acredita que a unidade criada por ele ajudará na diversificação da produção, estimulando, por exemplo, as indústrias do Norte e do Nordeste do país.

QUÍMICA Fenômeno raro dos raios-bola é reproduzido pela primeira vez em laboratório

Mistério desvendado

Se alguma vez você viu, em meio a uma tempestade de raios, esferas luminosas no céu e imaginou que eram discos voadores, não se engane. O fenômeno, conhecido como raios-bola, não precisa de explicação esotérica: ao que tudo indica, é causado pela combustão de nanopartículas de silício, liberadas quando um raio atinge o solo. A conclusão é resultado de um estudo que conseguiu, pela primeira vez, reproduzir o acontecimento em laboratório.

O responsável pelo feito foi o químico Gerson Paiva, que estudou os relâmpagos esféricos durante a realização de seu doutorado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sob orientação do também químico Antonio Carlos Pavão. Paiva e Pavão tomaram como base a teoria dos cientistas neozelandeses John Abrahamson e James Dinniss. Eles propuseram que a formação dos relâmpagos esféricos era conseqüência da interação entre a descarga elétrica e o silício, mas não haviam conseguido comprovar o fenômeno experimentalmente. "Nos testes dos pesquisadores neozelandeses, foi utilizada sílica, composta pelo silício associado a dois átomos de oxigênio (SiO_2). Já, em nosso laboratório, utilizamos o silício monocristalino puro, uma substância de estrutura bem definida. Acredito que foi isso que levou ao sucesso da experiência", comenta Pavão.

Ele e sua equipe utilizaram um aparelho simples para fazer com que descargas elétricas de baixa voltagem (23 volts) e correntes de 140 ampères atravessassem pastilhas de silício puro muito finas, com espessura de um terço de milímetro. O resultado foi a evaporação do silício que, ao interagir com o oxigênio do ar, entrou em combustão, formando bolas luminosas equivalentes aos raios-bola observados na natureza.

As propriedades das esferas criadas no laboratório são muito parecidas com as dos raios-bola naturais: elas possuem cor amarelada e rolam pelo chão em movimentos erráticos, desaparecendo depois de alguns segundos. A diferença está na dimensão e no tempo de vida. Enquanto as esferas criadas pelos pesquisadores atingem cerca de 5 cm de diâme-



PASSARINHO/ASCOM/UFPE

Utilizando o silício monocristalino puro, foi possível reproduzir em laboratório o fenômeno dos raios-bola

tro e duram alguns segundos, as esferas naturais podem atingir o tamanho de uma bola de futebol (22 cm de diâmetro) e podem durar até mais de um minuto. Mas a energia fornecida pelos raios também é muito maior do que a obtida pelos pesquisadores. "Um raio chega a atingir milhões de volts e milhares de ampères", diz Pavão. Segundo ele, os raios podem provocar até a formação de buracos no solo, conhecidos como fulguritos, que possuem, em seu interior, silício em sua forma quase pura.

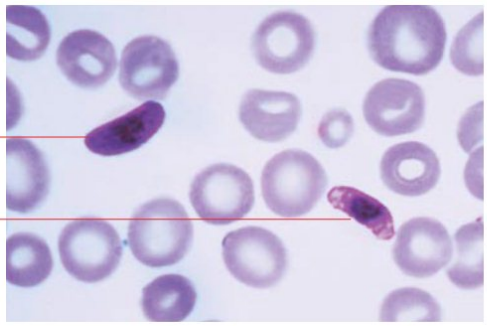
O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre (atrás apenas do oxigênio) e é utilizado, por exemplo, na fabricação do vidro. Apesar disso, o fenômeno dos relâmpagos esféricos é raro. "O silício, embora abundante no solo, encontra-se na forma de sílica ou de silicatos, não na forma pura. Também devemos lembrar que as condições para a formação das bolas não dependem apenas da presença de silício. A intensidade da descarga, por exemplo, é determinante", explica Pavão. Ele conta ainda que muitas teorias foram propostas para explicar o fenômeno, das mais simples até as mais estranhas. "Já propuseram que seriam realmente objetos voadores não identificados (óvnis) e até miniburacos negros."

A equipe continuará o estudo, testando a possibilidade de outros materiais – como compostos de enxofre, metais e ligas metálicas – também produzirem as bolas luminosas. Além disso, eles pretendem realizar cálculos quânticos, visando entender melhor as reações químicas do processo de formação dos raios-bola, para assim comprovar definitivamente que eles resultam da combustão do silício.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

BIOMEDICINA

VIOLACEÍNA NO COMBATE À MALÁRIA


CDC

O tratamento contra a malária, doença que afeta até 500 milhões de pessoas por ano no mundo, acaba de ganhar uma aliada. Pesquisas realizadas na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) mostraram que a violaceína, substância produzida por uma bactéria encontrada no rio Negro, no Amazonas, é eficiente no combate ao plasmódio, parasita causador da doença.

A violaceína, que já era conhecida pelos cientistas por sua atividade antimicrobiana, antifúngica e antitumoral, teve sua ação contra o plasmódio descoberta pela bióloga Stefanie Costa Lopes, orientada durante sua graduação pelo biólogo Fabio T. M. Costa, dos departamentos de Parasitologia e Microbiologia e Imunologia da Unicamp. Primeiro, a substância foi injetada no abdome de camundongos infectados por um plasmódio específico para esses animais. Os resultados apontaram uma redução de cerca de 90% na infecção pelo parasita, com redução dos sintomas e sem efeitos colaterais indesejados.

A segunda fase de testes mostrou *in vitro* a atividade da violaceína em hemácias contaminadas com o *Plasmodium falciparum*, uma das espécies que provocam a malária em humanos. "Conseguimos destruir 50% dos parasitas com uma dose de violaceína 10 vezes menor do que a de quinino, uma das substâncias já usadas contra a malária", afirma Costa. "Os resultados são animadores."

Desenvolver uma nova opção para o tratamento da malária é crucial para o combate à doença. A necessidade do uso repetitivo das drogas seleciona os parasitas mais fortes, que ganham resistência, tornando seu tratamento mais difícil. O grupo agora está analisando quais concentrações da substância seriam tóxicas às células humanas, para depois pensar em testes clínicos.

O pedido de patente para a descoberta já foi depositado. Embora os resultados tenham sido apresentados em conferências internacionais, nenhum laboratório se apresentou para financiar a pesquisa. "A maioria das indústrias farmacêuticas não se interessa por uma doença negligenciada como a malária, cuja vasta maioria dos casos reportados é de indivíduos de regiões pobres, como a África e a Amazônia", lamenta Costa.


ECT

SELO PARA MAMIRAUÁ • A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá recebeu uma homenagem da Empresa de Correios e Telégrafos, que lançou um selo sobre a reserva, integrando uma série filatélica com imagens de parques e reservas brasileiras. A área de 1.124.000 ha, localizada entre os rios Japurá e Solimões, a 600 km a oeste de Manaus, no Amazonas, é a primeira unidade de conservação desta categoria implantada no Brasil. Entre as suas características, destacam-se a manutenção da população local que contribuiu para o processo de implementação da reserva, o manejo da fauna e da flora com base em pesquisa científica e o estabelecimento de parcerias para o uso sustentado dos recursos naturais.

MEDICINA Dispersão do *Aedes albopictus* pode representar risco ao controle da dengue

Dois mosquitos incomodam muito mais

Se com apenas um mosquito transmissor a dengue já consegue provocar sérios problemas à saúde pública, a ação de outro vetor potencial pode representar uma grande ameaça ao controle da doença nos locais mais atingidos durante as épocas quentes e úmidas. O segundo mosquito é o *Aedes albopictus*, parente próximo do vetor primário da doença (*Aedes aegypti*). De acordo com uma pesquisa feita no Instituto Oswaldo Cruz (IOC), essa outra espécie tem grande capacidade de dispersão e é capaz de transmitir tanto a dengue quanto a febre amarela.

Também chamado de 'tigre asiático', por ser natural da Ásia, o *A. albopictus* é o vetor de outras arboviroses (doenças transmitidas por artrópodes) que atingem o sudeste asiático, como a dengue e a encefalite japonesa. No continente americano, porém, ele é considerado apenas um vetor potencial, ou seja, foi comprovado, em condições laboratoriais, que o organismo desses insetos pode abrigar os quatro tipos de vírus da dengue. Além disso, os sorotipos 1 e 4 podem ser transmitidos verticalmente entre os mosquitos, ou seja, das fêmeas para os filhotes.

"Os vírus podem se desenvolver dentro do inseto e chegar até as glândulas salivares. Nesse estágio, se o mosquito picar um ser humano, vai infectá-lo, pois as partículas virais estarão no sangue do indivíduo. Apesar disso, capturamos milhares de mosquitos em locais de grande incidência da doença e não identificamos nenhum *A. albopictus* com o vírus", relata a bióloga Nildimar Honório, do Departamento de Entomologia do IOC.



Aedes albopictus

FOTO SUSAN ELLIS/WWW.FORESTRYIMAGES.ORG

Os pesquisadores analisaram a capacidade de dispersão e o hábitat dos *Aedes* a fim de comparar os hábitos dos dois mosquitos. A coleta de ambas as espécies foi feita nos municípios de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, onde a incidência da doença é bastante comum e representa um problema no verão. Demonstrou-se que o *A. aegypti* habita quase exclusivamente ambientes urbanos, especialmente o interior dos domicílios, enquanto o *A. albopictus* está mais adaptado ao meio suburbano e rural e às áreas que rodeiam as casas, como quintais com vegetação.

Por se alimentar exclusivamente de sangue humano e preferir criadouros artificiais para colocar os seus ovos – como pneus e vasos de plantas domésticas –, o vetor natural da dengue, o *A. aegypti*, habita um ambiente mais restrito. "O *A. albopictus* ocupa diferentes áreas porque é mais eclético em relação aos alimentos. Ele se alimenta de humanos e também de outros animais, como aves, preferindo pôr seus ovos em criadouros naturais como bromélias, oco de árvores e internódios de bambu, além de utilizar também diferentes criadouros artificiais. O dado interessante é que, embora tenha chegado ao país apenas na década de 1980, esse mosquito já colonizou diversas áreas ocupadas pelo *A. aegypti*, que está no país desde o período colonial", observa Honório.

Ela ressalta que as larvas do *A. albopictus* são menos exigentes quanto à alimentação no criadouro e os adultos suportam tempe-

USDA



raturas mais baixas, o que contribui para a expansão do *A. albopictus* na região Sul do país. As fêmeas das duas espécies se alimentam antes de pôr ovos, além de normalmente os espalharem a fim de encontrar melhores criadouros e maior abundância de alimentos. "Essas características contribuem para que o vetor seja disseminado por regiões mais extensas", avalia.

Constatou-se que o *A. albopictus* consegue espalhar seus ovos em uma área de 800 m², aproximadamente duas vezes maior que a expansão do *A. aegypti*. "Colocamos rubídio no sangue e alimentamos as fêmeas de ambas as espécies (esse elemento químico é um marcador que aparece nos ovos) e, assim, identificamos onde os ovos apareceram para saber a distância que essas fêmeas voaram. É possível que as fêmeas de *A. albopictus* voem uma distância ainda maior que 800 m, pois grande parte dos ovos foi encontrada nas bordas da região analisada", diz.

Febre amarela

A capacidade dessa espécie de transmitir febre amarela também é uma preocupação. "Os mosquitos transmissores dessa doença são do gênero *Haemagogus* e *Sabethes*, mas o *A. albopictus* é um vetor potencial. Esse inseto habita tanto ambientes urbanos quanto selvagens, bem como transita entre esses meios. Por isso existe o risco de ocorrer transporte do vírus da febre amarela silvestre para as cidades, fazendo uma ponte entre os ciclos silvestres e urbanos. Em áreas rurais, os macacos ainda são hospedeiros dessa doença", explica Nildimar Honório.

As características do *A. albopictus* o tornam um vetor potencial perigoso, tanto para a disseminação da dengue quanto para a da febre amarela. Embora seu papel na transmissão dessas doenças no Brasil ainda não tenha sido comprovado, Honório defende que sua capacidade de transmissão precisa ser investigada. Ela acrescenta que atualmente a grande dificuldade no controle das epidemias de dengue – típicas do verão quente e úmido – é encontrar o melhor indicador de infestação em determinadas áreas: "Além de avaliarmos a quantidade de larvas, agora também estamos usando os mosquitos adultos como parâmetro, pois verificamos que, em uma área com índice de infestação de 1%, havia uma quantidade muito maior de casos da doença do que o esperado."

Franciane Lovati
Ciência Hoje/RJ

ENGENHARIA NAVAL

NAVIOS SOB CONTROLE

A viabilidade de entrada de uma embarcação em determinado porto já pode ser prevista com a ajuda de computadores. A ferramenta, desenvolvida no Departamento de Engenharia Naval da Universidade de São Paulo (USP), é capaz de prever o comportamento dos navios em águas rasas e restritas (com muitos obstáculos laterais). No entanto, o programa deve ser diferenciado, conforme a embarcação em análise e o porto considerado.

Segundo o engenheiro naval Jessé Rebello de Souza Júnior, criador do dispositivo, o programa tem duas aplicações: a otimização do uso e da manutenção dos portos. "Determinamos a melhor forma de fazer a retirada de sedimentos do fundo", conta. Essa operação é muito cara, mas necessária para que as águas não fiquem muito rasas. "Conhecendo as embarcações que utilizam o porto, podemos determinar a profundidade certa em cada região. Assim, não é preciso retirar mais do que o necessário", explica.

O grupo da USP também fez um trabalho para a administração do porto de Santos. Esse porto sofre a ação de correntes de maré durante boa parte do dia, o que inviabiliza as manobras de atracação. A partir do estudo realizado, porém, verificou-se que se poderia aumentar em 30% o tempo de utilização do porto. "Esse aumento foi possível porque determinamos quais deveriam ser os movimentos dos navios para que o porto operasse com a maré em movimento."

O programa é um conjunto de equações que descrevem os três tipos de movimentos dos navios – longitudinal, lateral e de rotação em torno de um eixo. Souza Júnior explica que eles são importantes nas manobras de atracação e desatracação. A simulação dos movimentos de baixa velocidade, comuns nos portos, no entanto, não é simples. "Esses movimentos são mais difíceis de prever do que os de alta velocidade", diz o pesquisador.

OPINIÃO

Marcio Henrique Monteiro de Castro

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social,
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior



A esfinge amazônica e o desenvolvimento sustentável

Duas polêmicas misturam-se quando se fala da Amazônia. Elas criam paixões, interesses, informações e desinformações. São questões complexas, estratégicas, que se relacionam com o futuro do país e do mundo. E representam desafios para a nação brasileira, que tem a oportunidade de enfrentá-las e com isso assumir posição de relevância mundial. Estamos falando da soberania brasileira sobre a região amazônica e do desenvolvimento sustentável.

A vida na Amazônia é dura quando diante do processo de modernização. Definir um modelo de desenvolvimento capaz de dar à população regional um elevado padrão de vida e manter o estilo amazônico em todas as suas muitas características é um desafio que só pode ser vencido por uma política criativa e por uma coerente ação de Estado. Nada mais distante disso do que a forma de ocupação e de ordenação estatal da vida cotidiana da Amazônia, onde à tradição se somam inépcia e corrupção, plasmando uma realidade onde o absurdo se impõe ao espaço e à vida social.

O Brasil pode perder a Amazônia nos próximos anos. Não só pela histórica cobiça internacional, mas também porque a população brasileira pode escolher a internacionalização como estratégia de ocupação e vida na região. As populações amazônicas estão diante de uma triste dicotomia: avançar com o processo predatório de conquista do território, e aqui a palavra 'conquista' já trai o caráter equivocado e contraditório do processo, que vê no espaço um inimigo, ou aderir à idílica proposta 'verde', que preserva a natureza esquecendo a complexidade socioeconômica e política do mundo atual. Uma ou outra alternativas levam, se implementadas, ao mesmo resultado: a perda de soberania por uma intervenção internacional e civilizatória.

O cenário dessa insensatez persistente assume aspectos dantescos nos dias atuais. Sobressai a violência contra a natureza e a população: florestas e queimadas, cidades e aldeias misturando riqueza e miséria, e, nos últimos tempos, um elemento novo, além das cheias – a seca.

Chegamos a esse quadro lentamente. De início, a ocupação subiu o curso dos rios. A geopolítica portuguesa, as drogas do sertão, a escravização de índios e, mais tarde, a exploração da borracha impulsionaram essa piracema humana. A partir do século 20, a região viveu nova forma de ocupação. Cercada, ao sul e ao leste, por cerrados e caatingas, áreas de expansão da fronteira agrícola, a floresta sofreu as primeiras significativas ondas de colonização a partir dessas vizinhanças, na esteira da construção de Brasília e de um sistema de rodovias.

Com um planejamento regional superficial e uma gestão governamental inexistente, o processo de ocupação da região gerou um quadro complexo. O modelo de

ocupação, combinando desmatamento e pecuária extensiva, é criticado por parte significativa da opinião pública nacional e internacional. Os problemas sociais e ambientais estão em quase todas as reportagens e trabalhos acadêmicos. Drogas, queimadas, extração de madeiras e extermínio de espécies nativas são idéias imediatamente associadas à realidade amazônica. Às críticas ao modelo agrário regional somam-se as relacionadas aos grandes projetos de mineração, de energia e industriais. E a defesa dessas formas de ocupação é estigmatizada como uma posição atrasada e corporativa.

Tudo isso produz um ambiente adverso aos projetos de desenvolvimento para a região, que são indispensáveis para o crescimento brasileiro, independentemente de sua origem governamental ou privada. As idéias de desenvolvimento sustentável, conceito simpático e mal definido, inspiraram, na prática, projetos pequenos e, quase sempre, mais conservadores do que conservacionistas.

O 'conservadorismo ambientalista' e o 'desenvolvimentismo conservador', com destruição ambiental, são as alternativas apresentadas. Essa falsa dicotomia imobiliza o poder público e o setor privado, incapazes de definir um projeto de desenvolvimento que atenda simultaneamente aos aspectos econômicos e ambientais.

O quadro, neste início de século 21, não poderia ser mais confuso. Ainda nos defrontamos com as velhas e difíceis questões do desenvolvimento econômico, acompanhadas por uma problemática geopolítica renovada e amplificada. As duas questões estão misturadas e superpostas: a questão da soberania e do controle efetivo do território – a Amazônia continuará brasileira no futuro? – e a questão do meio ambiente ou, como é denominada hoje, do desenvolvimento sustentável.

O somatório das riquezas geradas pelos estados amazônicos representa algo como 5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, evidenciando que a distribuição dos investimentos públicos ainda não é feita visando reduzir as grandes disparidades de desenvolvimento entre o Sul/Sudeste e as demais regiões do país

A idéia de subdesenvolvimento tem na Amazônia um exemplo instigante e original. Embora a região não apresente grandes contingentes de miseráveis, uma parcela expressiva da população rural vive em condições atrasadas, sem luz elétrica ou água potável, isolada em pequenas comunidades desprovidas de serviços básicos essenciais. Para tal grupo, porém, a subsistência alimentar está quase sempre garantida: o peixe, o açaí, a farinha d'água e outros produtos da natureza regional, ainda pródiga, garantem o comer do amazônida, seja índio ou caboclo.

A miséria, como conhecemos, está nas cidades. Nas grandes, como é de se esperar, e, também, naquelas de fronteira agrícola, que crescem rapidamente nas mais precárias condições. Com o esgoto misturando-se com o lixo plástico não degradável nas ruas, praças, entupindo igarapés, dando origem a impressionantes aglomerados de palafitas.

Tradicionalmente, a base da economia rural – não confundir com agrícola – é o extrativismo vegetal ou mineral. Atividade que, até hoje, dado o baixo nível técnico com que é praticada, acelera a erosão genética ou dos recursos não renováveis. Ao contrário do que acontecia no passado, o extrativismo é agora praticado em diferentes escalas. Ainda vê-se o pequeno e arcaico extrativista: o castanheiro, o seringueiro, o pescador que, no baixo Amazonas, já tem dificuldade para obter o peixe, o caboclo que derruba o açaí novo e produtivo para vender o palmito e, não devemos esquecer, o garimpeiro. Mas também existem os grandes: as madeireiras, inclusive estrangeiras, que arrasam as florestas, e os barcos pesqueiros, que dizimam cardumes e ameaçam a diversidade ictiológica.

A produção agropecuária, praticada em base extensiva, sustenta uma modernização aparente que é consistente, apenas, com um projeto de apropriação imobiliária. Pois esta é a tônica da ocupação das terras na Amazônia. A apropriação de grandes terras através da grilagem, da concessão e até da reforma agrária, que lá se combina com um perverso processo de concentração fundiária, na medida em que o camponês, sem condições de explorar racionalmente o seu lote, após algumas roças na coivara, vende e migra para a cidade ou para demandar novas terras. Todas essas formas têm em comum o uso do fogo como

forma rápida de criar uma terra utilizada, esta sim o argumento definitivo que garante a futura propriedade legal.

Essa propriedade fundiária absoluta, tão cara ao capitalismo e objeto finalístico da ocupação, funda um novo tecido de relações sociais, em que o caboclo extrativista, antes preso por laços mercantis e semifeudais, é abruptamente substituído por trabalhadores volantes, que são empregados muitas vezes em condições que lembram a escravidão. A tensão fundiária na região e a luta pela conservação, seja em reservas extrativistas, terras indígenas ou outros tipos de unidades de conservação, estão em boa parte relacionadas a essa ocupação e apropriação latifundiária da terra.

A ocupação pela agricultura capitalista é fato relativamente recente. Ela ocorre, de fora para dentro, com a expansão da soja no chamado 'arco do desmatamento'. No entanto, em Rondônia, Mato Grosso, Maranhão, Tocantins, Pará (partes sul e oriental e ao longo do traçado da rodovia Transamazônica) e Roraima, encontramos grandes unidades de moderna agricultura familiar que estão na raiz de uma promissora ou problemática – o futuro dirá – modernização da agricultura local.

Nas cidades o processo não é menos problemático. O Amazonas é o único estado da região em que a base econômica é eminentemente industrial, graças ao pólo industrial da Zona Franca de Manaus, o qual, apesar dos expressivos números de empregos e faturamento, não se integra com a economia regional, atuando como uma plataforma de processamento de importações. Em todo o Norte, as demais indústrias pesadas, mineradoras, metalúrgicas e de energia, constituem verdadeiros enclaves, que produzem para mercados externos à região.

O somatório das riquezas geradas pelos estados amazônicos representa algo como 5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, evidenciando que a distribuição dos investimentos públicos ainda não é feita visando reduzir as grandes disparidades de desenvolvimento entre o Sul/Sudeste e as demais regiões do país. A importância econômica da Amazônia, no entanto, não pode ser mensurada pelo atual nível de participação no PIB, mas por seu extraordinário potencial.



O desenvolvimento da Amazônia pode se apoiar em fontes de energia locais, como o gás da reserva de Urucu, extraído no meio da floresta

Apesar da baixa densidade demográfica, de 4,5 habitantes por km², e da elevada taxa de urbanização (70%), a Amazônia tem uma população rural, com expressivos contingentes florestais e extrativistas, que conhece a região, está ali aclimatada e é uma base demográfica para o potencial desenvolvimento regional.

Embora a maioria da população regional seja urbana, a região ainda é uma fronteira agrícola e atrai migrantes para o espaço conhecido como o arco do desmatamento. Se Pará e Rondônia registraram saldos migratórios negativos entre 1991 e 2000, exportando migrantes e invertendo os saldos positivos nas décadas anteriores, o que é um comportamento típico de fronteira agrícola velha, os saldos migratórios positivos passaram a ocorrer na última década em Roraima, Amapá e Mato Grosso, os dois primeiros constituindo pólos de atração para os emigrantes do Pará e do Maranhão.



ROGÉRIO REIS/TYBA

Apesar da baixa densidade demográfica, a Amazônia possui uma população – rural e urbana – adaptada e com estratégias de sobrevivência apropriadas às especificidades da região. Não é, portanto, um deserto ou vazio a ser povoado

Um fato não intuitivo que merece ser destacado é o caráter urbano da expansão da fronteira agrícola. O processo de ocupação e desmatamento das terras é acompanhado pela criação de núcleos urbanos onde os serviços e indústrias de apoio se estabelecem. São as oficinas, postos de gasolina, farmácias, lojas de material agropecuário, serrarias, hotéis baratos, em um primeiro momento, depois oferecendo algum conforto, lojas de eletrodomésticos, restaurantes e cabarés, seguindo a mesma lógica dos hotéis etc.

Na periferia dessas cidades barracos e, nas margens dos rios ou lagoas, palafitas abrigam um campesinato proletarizado indiferentemente urbano e rural, que ora luta pela terra e migra expandindo a fronteira agrícola, ora migra para cidades maiores, garimpos, canteiros de grandes obras.

Mas o que é relevante registrar é que, apesar da baixa densidade demográfica, a Amazônia possui uma população – rural e urbana – adaptada e com estratégias de sobrevivência apropriadas às especificidades da região. Não é, portanto, um deserto ou vazio a ser povoado, nem um espaço onde as atividades possam ser implementadas sem levar em conta a experiência da população lá residente.

A região é, também, uma imensa província mineral. As dobras dos planaltos Central e das Guianas concentram, entre outras, reservas de ferro, alumínio, cobre, níquel, ouro, estanho, manganês, potássio, diamante, zinco e nióbio, além de recursos energéticos como urânio, petróleo e gás. É tanto minério que o inventário não parece ser crível. Menos crível, ainda, é o relaxamento com que essa questão é tratada pelo país, não só pelo governo! O Brasil não pensa a Amazônia. Ou a pensa de forma alegórica e caricata: rios, onças e araras. Ou estarrece-se diante de uma modernização bárbara do fogo, da violência, da poluição e da miséria.

A floresta amazônica tem um imenso potencial madeireiro e sua biodiversidade – 10% de toda a biota universal – cria oportunidades para a implantação de indústrias, desde a químico-farmacêutica até as de móveis, celulose, construção naval e outras. Inúmeros produtos da floresta podem ser explorados artesanalmente pela população amazônida, entre eles alimentos, essências e elementos decorativos.

A infinita disponibilidade de água torna a região um espaço privilegiado para o desenvolvimento da aqüicultura. Essa nova atividade, intensiva em tecnologia, pode ser implementada com manejo

O Brasil não pensa a Amazônia. Ou a pensa de forma alegórica e caricata: rios, onças e araras. Ou estarrece-se diante de uma modernização bárbara do fogo, da violência, da poluição e da miséria

simplificado, incorporando as populações ribeirinhas, permitindo o controle da pesca, que já vem se tornando predatória. O outro elemento essencial para tal desenvolvimento é também abundante na região. "Naércio Menezes, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), informa que se estima entre 2.500 e 3.000 o número de espécies de peixes de água doce na América do Sul. Admite-se, porém, que haja no continente mais de 5 mil espécies de peixes fluviais e lacustres e, na Amazônia, certamente o número passaria de 2 mil. No entanto, Manuel Musa Filho, vice-presidente da CNDDA [Campanha Nacional de Defesa e pelo Desenvolvimento da Amazônia] e integrante de seu Departamento de Estudos, dá uma informação sobre a qual todas as dúvidas foram tiradas com os devidos temperos: as espécies comestíveis são 120. Entre elas, estão os dois recordistas mundiais dos peixes fluviais de couro e de escama, respectivamente: a piraíba, que supera os 300 kg, e o pirarucu, com mais de 100 kg." (www. amazonialegal.com.br).

Solos rasos e arenosos, situados na borda do planalto central e sujeitos à erosão quando a cobertura florestal é removida, e várzeas úmidas e férteis, inadequadas para a mecanização, restringem a disponibilidade de terras para agricultura intensiva na Amazônia. Segundo João A. Meirelles, no *Livro de ouro da Amazônia* (2004, p. 38), "na década de 1970, o Radam-Brasil mapeou a capacidade de uso do solo da Amazônia legal. Concluiu-se que somente 10,7% do solo da Amazônia podem ser considerados (...) sem restrições para a agricultura e a pecuária".

A região tem inequívoca vocação florestal. Além do manejo racional das florestas e de experiências de agroflorestamento, com atividades adequadas à exploração familiar, inclusive cultivos de cacau, café, guaraná e outras espécies, é possível, em escala industrial, implantar a silvicultura de madeiras para mobiliário ou para a produção de celulose e carvão. A industrialização e comercialização de outros produtos da floresta, entre eles óleos comestíveis, polpas para sucos, sorvetes e refrigerantes, óleos e essências aromáticas, corantes e outros, precisa de uma política específica. Um exemplo, pronto para implantação, é o da produção de biodiesel a partir do dendê. Um hectare dessa palmeira produz 5 mil kg de óleo por ano, contra 400 kg produzidos pela soja no mesmo espaço e tempo, o que demonstra que esse combustível pode ser a alternativa para iluminação de pequenas e médias comunidades isoladas da Amazônia brasileira.

A utilização da população local não só é possível como é fundamental para lastrear a agroindústria na produção agroflorestal. Modelos que articulem a produção familiar e a indústria moderna devem ser incentivados e apoiados pelos órgãos de financiamento. O dendê, para continuarmos no nosso exemplo, mostra como uma política de articulação do pequeno produtor com a agroindústria pode integrar as populações tradicionais da Amazônia.

Entretanto, além da floresta e das imensas jazidas minerais, a Amazônia tem energia hidrelétrica e gás natural. O Radam estimou um potencial hidroelétrico de 130 mil megawatts na calha amazônica. O complexo petrolífero de Urucu, com 130 bilhões de m^3 de gás (www.amazonwatch.org), é capaz de abastecer toda a Amazônia Legal. O potencial não utilizado do gás, somado ao da hidroeletricidade, do qual menos de 10% são explorados, poderia sustentar uma indústria moderna, não poluente, que usasse os recursos da região. Além disso, a Amazônia brasileira está perto do carvão colombiano e do gás venezuelano.

Assim, tudo indica que, em prazo relativamente curto, a região pode deixar de ser simples exportadora de matérias-primas minerais e transformar-se em um grande pólo metalúrgico e metal-mecânico. A Zona Franca de Manaus deve ser redefinida e integrada a uma política industrial nacional. Não pode funcionar como uma plataforma processadora de importação e deve, articulada com a indústria brasileira e com a economia regional, intensificar o conteúdo tecnológico dos itens nacionais.

A natureza exótica também dá à Amazônia enorme potencial turístico, que depende da instalação da necessária infra-estrutura e da promoção de eventos que divulguem a região. O desenvolvimento urbano, baseado em uma nova forma de ocupação, construirá cidades com serviços sofisticados, universidades e centros de pesquisas que podem atrair não apenas turistas, mas também os profissionais que ajudarão a construir uma civilização nas florestas tropicais. ■

ZOOLOGIA Escolha de parceiros sexuais entre aranhas envolve diferentes pistas químicas

Feromônios e afrodisíacos na seda

Rodrigo Hirata Willemart
Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Nebraska (Estados Unidos)



FOTO CEDIDA POR PAUL J. WATSON/ UNIV. DO NOVO MÉXICO/ ESTADOS UNIDOS

Figura 1. As fêmeas da aranha *Neriene litigiosa* constroem teias (seta) com o formato de uma bacia virada para baixo

Os machos das aranhas fazem o que certos homens e mulheres gostariam de poder fazer. Eles conquistam as fêmeas com afrodisíacos, sabem se uma fêmea é virgem sem sequer tocá-la e identificam, por pistas deixadas pela própria fêmea, se esta é grande ou pequena e mesmo se é uma adulta bem nova ou mais idosa. Essa elaborada comunicação química – baseada nos feromônios – ajuda os indivíduos de diversas espécies de aranhas a assegurar a transmissão de seus genes para as gerações futuras.

A busca das palavras *aphrodisiac* ou *pheromone* na internet revela a existência de milhares de páginas com cada uma delas. Muitas dessas páginas vendem produtos que prometem ajudar as pessoas a conquistar um parceiro sexual. Essa idéia pode ser bastante atraente, mas – felizmente para os que consideram a 'cantada' a maneira mais gostosa de conquistar – não há provas científicas de que esses produtos de fato funcionem, de acordo com o livro *Pheromones and animal behaviour* (*Feromônios e comportamento animal*), do biólogo Tristam D. Wyatt, da Universidade de Oxford (Inglaterra). Embora existam evidências de que o odor possa atuar na comunicação entre seres humanos, ainda não se conseguiu isolar ou sintetizar, em pílulas ou perfumes, nenhum feromônio humano eficaz.

Enquanto aguardamos o avanço da ciência nesse sentido, por que não olharmos como os afrodisíacos e outros feromônios atuam em animais? As aranhas são um grupo interessante nesse aspecto, até porque muitos leitores talvez não imaginem que esses temidos animais possam se envolver em curiosos jogos sexuais.

O que são feromônios?

Já que o texto vai tratar de feromônios e afrodisíacos de aranhas, cabe primeiro explicar esses termos. Um feromônio é um composto químico empregado na comunicação entre animais da mesma espécie. Se utilizado para fins reprodutivos, diz-se que é um feromônio sexual. Já um afrodisíaco pode ser definido como um tipo de feromônio sexual que o macho oferece para a fêmea após eles já terem se encontrado e que aumenta a probabilidade de eles acasalarem.

Um ponto importante para a adequada compreensão das escolhas de parceiros sexuais pelos animais é a importância da transmissão dos genes para as gerações seguintes. Ao longo da evolução, os indivíduos que maximizam seu sucesso reprodutivo, ou seja, aqueles que são mais eficientes em perpetuar seu patrimônio genético, têm maior probabilidade de ser selecionados positivamente. Em outras palavras, dentro da mesma espécie há indivíduos mais ou menos eficientes em passar seus genes adiante: os primeiros terão maior probabilidade de estar geneticamente bem representados nas gerações futuras. Por essa razão é comum que os machos de uma mesma espécie estejam em constante conflito, já que todos tentarão tirar o melhor proveito possível das fêmeas, no momento da reprodução (como uma maneira de passar seus genes às gerações futuras).

Virgens *versus* experientes

Após uma cópula, uma fêmea de aranha pode gerar centenas de ovos, os quais podem ter sido fecundados por apenas um macho ou por vários. Em muitas aranhas, a maior parte dos óvulos da fêmea será fecundada pelo primeiro macho que acasalar com ela.

FOTOS CEDIDAS POR PAUL J. WATSON/ UNIV. DO NOVO MÉXICO/ ESTADOS UNIDOS

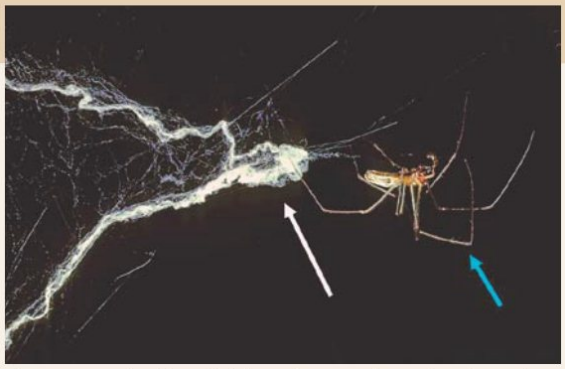


Figura 2. Macho de *N. litigiosa* (seta azul) enrolando a teia (seta branca) de uma fêmea, o que reduz a liberação de feromônios e a probabilidade de a teia atrair outros machos

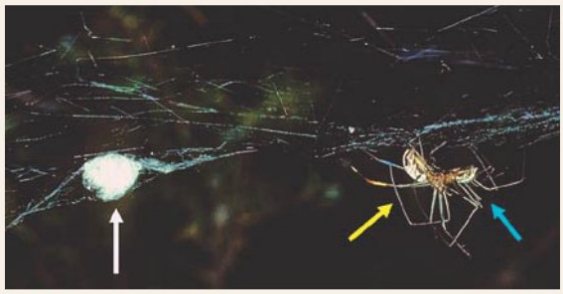


Figura 3. Após enrolar a teia (seta branca) da fêmea, o macho de *N. litigiosa* (seta azul) copula com ela (seta amarela)

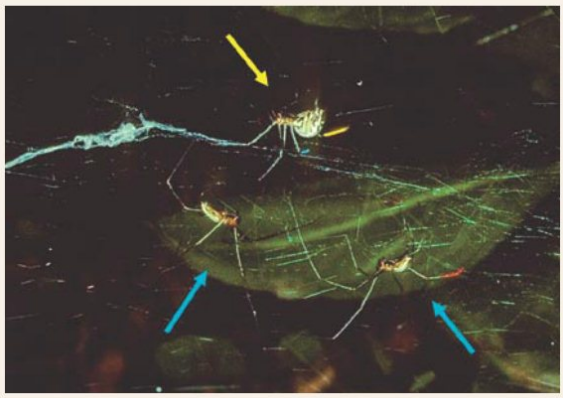


Figura 4. Quando um macho de *N. litigiosa* não consegue enrolar a teia da fêmea (seta amarela) a tempo e outro chega, os dois machos (setas azuis) iniciam um combate

Esse fenômeno fez com que, ao longo da evolução, fossem selecionados machos com uma estratégia bastante óbvia: eles tentam acasalar preferencialmente com fêmeas virgens!

O biólogo Paul J. Watson, da Universidade do Novo México (Estados Unidos), relatou em artigo na revista científica *Science*, já em 1986, que um macho de *Neriene litigiosa* (da família Linyphiidae) não apenas detecta o odor da seda de uma fêmea que se tornou sexualmente madura entre sete e 10 dias antes e que continua virgem, mas também se dirige até ela e enrola sua teia. Ao fazer isso, reduz a emissão de feromônios voláteis pela teia e, assim, diminui a chance de ela atrair outros machos! Como a taxa de visitas às teias de fêmeas no local estudado é de um macho a cada três horas, aproximadamente, o primeiro macho a encontrar a fêmea evita ser interrompido, durante a longa cópula (de até seis horas), para ter de combater outros machos que cheguem ao local depois dele.

Grandes *versus* pequenas

Em artigo no periódico *Behavioral Ecology and Sociobiology*, em 1994, o biólogo John Prenter, da Universidade da Rainha em Belfast (Irlanda do Norte) e outros mostraram que os machos da espécie *Metellina segmentata* (Mimetidae) distinguem, por contato, a composição química da teia de fêmeas maiores ou menores. Ao detectar a teia de uma fêmea maior e mais pesada, o macho permanece nessa teia, em postura de guarda, para evitar a aproximação de outros machos de sua espécie. Impedindo a concorrência, ele tenta ser o único a acasalar com a fêmea.

Os autores do estudo verificaram que fêmeas maiores e mais pesadas carregam maior número de óvulos maduros, sendo, portanto, mais vantajosas para um macho, já que podem, com ele, gerar um número maior de filhos. A informação sobre o tamanho da fêmea é obtida pelo macho através de feromônios presentes na seda da teia. Mesmo que o pesquisador retire as aranhas fêmeas das teias, o macho ainda é capaz de escolher as teias onde estavam as maiores. Para isso, ele não precisa penetrar até a parte mais complexa da teia: basta tocar nas áreas periféricas para fazer a escolha entre 'guardar' ou 'não guardar'. Isso sugere que não é a arquitetura da teia, e sim suas propriedades químicas, que fornecem aos machos as pistas sobre o tamanho (ou seja, a 'qualidade') da fêmea.

Jovens *versus* 'coroas'

Já na espécie *Schizocosa ocreata* (Lycosidae), os machos preferem as fêmeas adultas velhas, e não novas, como mostraram os biólogos J. Andrew Roberts, da Universidade Estadual de Ohio (Estados Unidos), e George W. Uetz, da Universidade de Cincinnati (Estados Unidos), em artigo no periódico *Animal Behaviour*, em 2005. Nessa espécie, as fêmeas adultas são mais agressivas na primeira semana após a última muda (o desenvolvimento de uma aranha é descontínuo: ela sofre mudas e, após uma determinada muda, os órgãos genitais tornam-se maduros, dizendo-se então que é adulta) e uma fêmea assim representa risco de vida para qualquer macho. Talvez por isso, os machos de *S. ocreata* se interessam mais por fêmeas que se tornaram maduras (adultas) há mais de uma semana.

O que é surpreendente é que os machos escolhem as fêmeas adultas mais velhas mesmo que não estejam presentes, seguindo 'pistas' deixadas por elas. Isso acontece porque as aranhas fêmeas, enquanto



Figura 5. Macho da espécie *Metellina segmentata*, que prefere fêmeas maiores



Figura 6. Macho da espécie *Schizocosa ocreata*, que prefere fêmeas adultas mais velhas

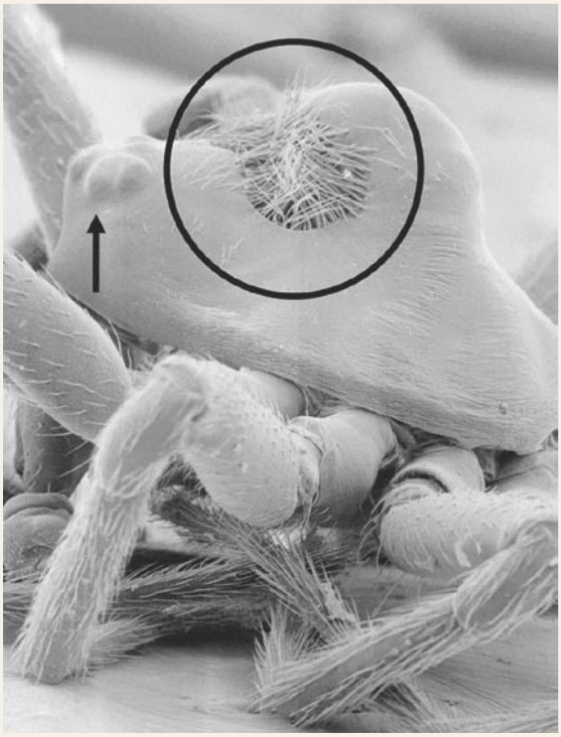


Figura 7. Imagem da porção anterior de um macho de aranha da espécie *Oedothorax gibbosus* (microscopia eletrônica de varredura) – o círculo indica a depressão, no cefalotórax do macho, onde se abrem glândulas que exalam secreções afrodisíacas, e a seta indica os olhos

FIGURA 5. FOTO CEDIDA POR JOHN PRENTER/UNIV. DA RAINHA, EM BELFAST/ IRLANDA DO NORTE; FIGURA 6. FOTO CEDIDA POR EILEEN HEBETS/UNIV. DE NEBRASKA/ESTADOS UNIDOS; FIGURA 7. FOTO CEDIDA POR DANNY VANACKER/ UNIV. GHENT/ BÉLGICA

caminham, deixam fios de seda por onde passam. Basta o macho tocar esses fios de seda para saber se essa fêmea é virgem e se ela é uma adulta nova ou mais velha.

Secreções afrodisíacas

Além de seguir todas as 'pistas' já citadas, os machos de algumas espécies de aranhas desenvolveram um truque para convencer as fêmeas a acasalar com eles, completando a conquista. Eles dão uma atenção especial às preliminares – e aqui não estamos falando de danças, carícias ou exibição de cores vistosas, como fazem vários animais, inclusive aranhas. O truque mencionado é a oferta, por esses machos, de secreções que produzem em glândulas situadas perto dos olhos – pelo menos no caso da espécie *Oedothorax gibbosus* (Linyphiidae). Em artigo no periódico *Biological Journal of the Linnean Society*, em 2004, o biólogo Danny Vanacker, da Universidade Ghent (Bélgica) e outros mostraram que a fêmea acasalará com o macho após se alimentar dessas secreções. Por essa razão, tal tipo de feromônio é denominado por alguns autores de secreção afrodisíaca.

O 'pai' da teoria da evolução, o inglês Charles Darwin (1809-1882), escreveu certa vez: "São os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que com tanta certeza afirmam que esse ou aquele problema nunca será solucionado pela ciência." Portanto, não podemos perder as esperanças. Quem sabe um dia os cientistas produzirão, para os humanos, algo similar às secreções afrodisíacas das aranhas!

Produto da seleção natural

Os exemplos acima mostram que, nos casos em que os machos preferem fêmeas virgens ou maiores, a escolha visa, em última instância, otimizar seu sucesso reprodutivo, ou seja, gerar o maior número possível de filhotes. Quando machos escolhem fêmeas adultas mais velhas e menos agressivas, a idéia é a mesma, já que machos mortos ou feridos não passam ou têm menor probabilidade de passar seus genes adiante. Da mesma forma, as secreções afrodisíacas auxiliam um macho a se acasalar, aumentando suas chances de propagar seus genes.

É fundamental terminar dizendo que essas escolhas não precisam ser 'conscientes'. É mais simples pensar que têm uma base genética e são um mero produto da seleção natural. Machos que não escolheram as fêmeas virgens ou maiores deixaram menos descendentes e seus genes representaram uma proporção cada vez menor da população, até deixarem de existir após milhares de anos de evolução. Os feromônios e afrodisíacos são, portanto, de vital importância para a escolha de parceiros nessas aranhas e, em parte, graças a eles, os indivíduos podem maximizar seu sucesso reprodutivo. ■

ENGENHARIA Brasil desenvolve dispositivos de alto desempenho e confiabilidade

Microssensores com tecnologia nacional

Pesquisadores brasileiros desenvolveram microssensores de alto desempenho e confiabilidade para análises laboratoriais. Esses equipamentos estão se tornando ferramentas indispensáveis no estudo de pequenas amostras de microrganismos presentes em sistemas de tratamento de esgoto, sem contar diversas outras aplicações em engenharia ambiental, medicina, indústria farmacêutica e alimentícia. Medições feitas com volume de amostra extremamente reduzido, bem como medidas pontuais de extrema precisão e alta velocidade, realizadas de forma pouco intrusiva, são importantes vantagens dessa tecnologia, caracterizada por elevado grau de inovação tecnológica. Por **Antonio Wagner Lamon**, do *Laboratório de Tratamento Avançado e Reuso de Águas*, do *Departamento de Hidráulica e Saneamento*, da *Escola de Engenharia de São Carlos*, da *Universidade de São Paulo*.

Basicamente, os microssensores usam os mesmos princípios de funcionamento dos sensores convencionais. No entanto, como o nome indica, esses equipamentos são miniaturizados e, por isso, devem ser construídos com o auxílio de modernos microscópios e dispositivos especiais para manipulação.

Há vários tipos de microssensores. Por exemplo, os que detectam íons específicos; aqueles que medem a acidez (ou pH) do meio; outros que detectam a concentração de água oxigenada (H_2O_2), de dióxido de carbono (CO_2) ou de ácido sulfídrico (H_2S) etc.

Por sua importância tanto na pesquisa quanto na indústria, vale destacar os chamados microssensores de oxigênio dissolvido (OD). Medir o quanto desse elemento químico se encontra dissolvido por unidade de volume da amostra é de extrema importância no monitoramento da qualidade da água, bem como no tratamento de efluentes líquidos. Eles também são

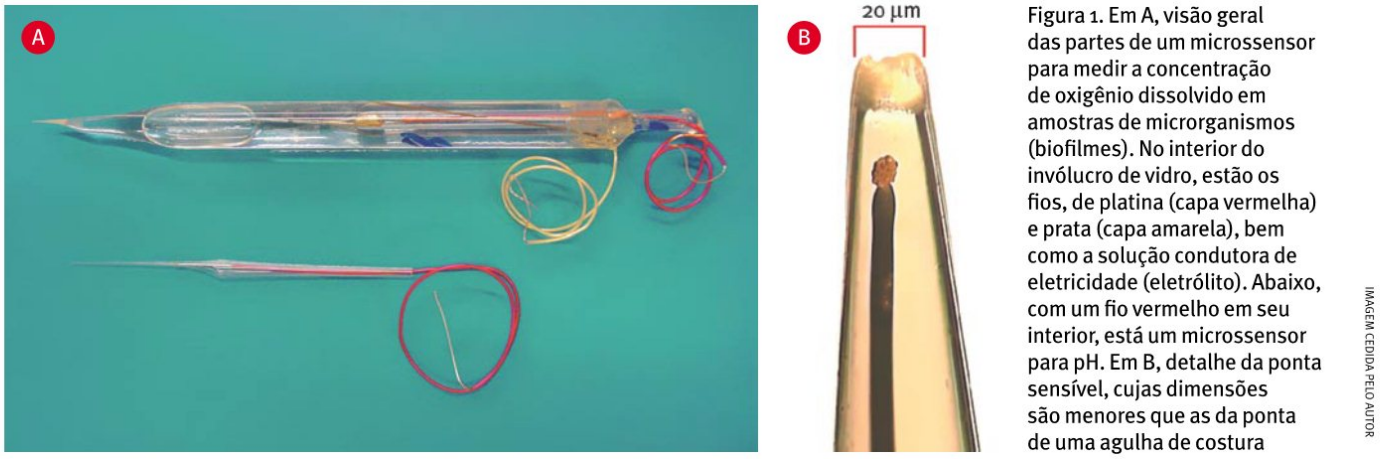


Figura 1. Em A, visão geral das partes de um microssensor para medir a concentração de oxigênio dissolvido em amostras de microrganismos (biofilmes). No interior do invólucro de vidro, estão os fios, de platina (capa vermelha) e prata (capa amarela), bem como a solução condutora de eletricidade (eletrólito). Abaixo, com um fio vermelho em seu interior, está um microssensor para pH. Em B, detalhe da ponta sensível, cujas dimensões são menores que as da ponta de uma agulha de costura

IMAGEM CEDIDA PELO AUTOR

IMAGEM CEDIDA PELO AUTOR

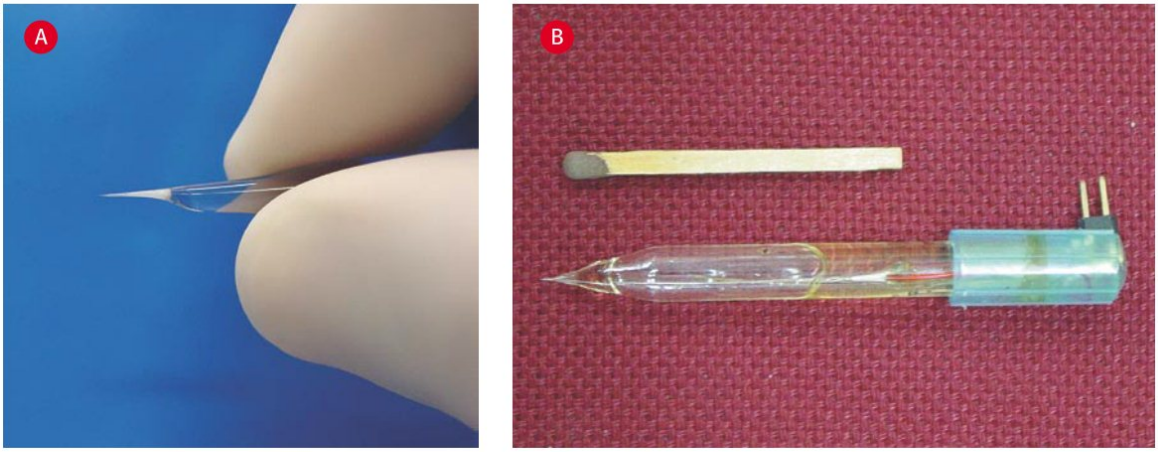


Figura 2. Microssensor comparado às dimensões de um dedo humano (A) e de um palito de fósforo (B)

usados no controle de qualidade de enorme gama de produtos da indústria alimentícia e farmacêutica. Na medicina, os microssensores de oxigênio dissolvido são empregados no estudo de materiais orgânicos e grupos sangüíneos.

Agulha e palito de fósforo

A fabricação de microssensores envolve: i) precisão extrema na montagem e na criação de seus componentes; ii) diferenças micrométricas no posicionamento das peças; iii) eliminação de vibrações indesejadas; iv) escolha de materiais mais adequados para a confecção dos componentes internos.

É importante salientar ainda que os microssensores são descartáveis e têm vida útil de até um ano. O vidro representa cerca de 90% da sua composição, o que torna o material facilmente reciclável se comparado a eletrodos comuns. Além do vidro, os materiais básicos para a confecção dos microeletrodos são: i) fios de platina e de prata e ii) eletrólitos (soluções condutoras de eletricidade). A parte sensível dos microssensores varia de 5 micrômetros (μm) a 30 μm (aproximadamente um décimo da espessura de um fio de cabelo).

Um microssensor para oxigênio dissolvido, por exemplo, é uma versão em miniatura dos sensores comuns do tipo Clark – desenvolvidos pelo norte-americano Leland Clark Jr. (1918-2005) na década de 1950. Ele tem uma ponta sensível cujas dimensões são menores que as da ponta de uma agulha de costura (figura 1). Um microssensor desse tipo é pouco maior que um palito de fósforo (figura 2).

Aquisição de conhecimentos

A busca por novos e modernos métodos investigativos tem sido uma prática exaustiva de pesquisadores das áreas de tratamento de água de abastecimento, bem como de efluentes líquidos. Uma opção nesse sentido – e que atenderia, de forma satisfatória, às necessidades dos pesquisadores – seriam sistemas de alto desempenho para estudos de biofilmes, que são agregações complexas de bactérias que se fixam a superfícies, como canos de água e esgoto, e excretam uma substância adesiva que as mantêm unidas (figura 3). Os microssensores são ideais para essa tarefa, pois oferecem alta confiabilidade nas medições feitas em diferentes camadas de biofilme.

A aquisição ou o desenvolvimento de microssensores com essas características foi, por mais de uma década, um problema de difícil solução no Brasil. Entretanto, o desafio de projetar, fabricar e aplicar esse diminuto equipamento foi encarado pelos pesquisadores do Laboratório de Tratamento Avançado e Reuso de Águas (Latar), do Departamento de Hidráulica e Saneamento, da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

O Latar obteve êxito na aquisição de conhecimentos, bem como de métodos alternativos para a manufatura de cada componente dos microssensores (ver 'Projeto, manufatura e aplicação de microssensores'). Com tempo e prática, foi possível desenvolver novas técnicas que puderam ser incorporadas ao processo de fabricação.

Medições em biofilme

As medições nos biofilmes são feitas com o auxílio de instrumentação computadorizada específica . Microssensores são introduzidos nos biofilmes cultivados em 'células' especiais (diminutos compartimentos) em laboratório. A introdução dos microssensores em

IMAGEM CEDIDA PELA UNIVERSIDADE DE MONTANA (ESTADOS UNIDOS)

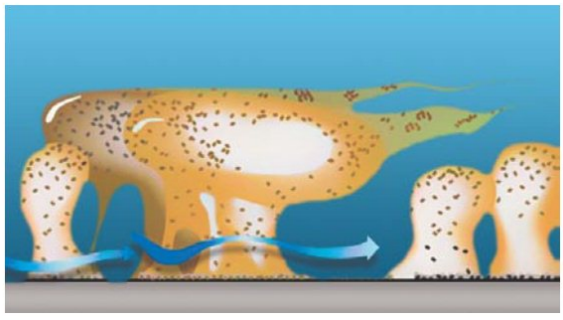


Figura 3. Representação artística de um biofilme aderido a um substrato. As deformidades são causadas pelo movimento do líquido no qual o biofilme está imerso. Também se pode distinguir entre as camadas aeróbia (acima) e anaeróbia (abaixo)

PROJETO, MANUFATURA E APLICAÇÃO DE MICROSSENSORES

Por cerca de 15 anos, pesquisadores do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (USP) procuraram viabilizar o uso de microssensores em seus laboratórios. Porém, viam-se coibidos pelos altos preços desses equipamentos, que, até então, eram encontrados raramente e apenas no exterior.

Mas, em 2005, por meio de projeto Pronex (Programa de Apoio a Núcleos de Excelência), gerenciado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), viabilizou-se a montagem do primeiro laboratório da América Latina para estudos de biofilme com o uso de microssensores de alto desempenho e confiabilidade. A tecnologia foi trazida dos Estados Unidos por meio da realização de um grupo de trabalho do qual participavam pesquisadores norte-americanos com larga experiência na manufatura e na aplicação desses equipamentos.

Esses conhecimentos foram trazidos para o Brasil pelo autor deste texto, que participou daquele grupo de trabalho e, pouco depois, se tornou responsável pela implantação do Laboratório de Microssensores, inaugurado em 2006, sendo este mais um setor do Latar. Dessa forma, os pesquisadores do Latar se tornaram aptos a projetar e manufaturar vários tipos de microssensores de extrema importância às pesquisas sobre biofilmes.

meio aquoso é feita de forma criteriosa, por meio de servomecanismos controlados por computador, com deslocamentos verticais ou tridimensionais que podem ir de 0,05 mm a 0,1 mm entre cada aquisição de sinal (um ponto por segundo), ou seja, a cada deslocamento do microssensor, o servomecanismo pára por um segundo para estabilizar as leituras, faz a medição dos sinais, armazena os dados em memória e prossegue sucessivamente, de forma totalmente automatizada e pré-programada.

O resultado final geralmente é dado por um gráfico no qual se podem visualizar claramente as relações entre profundidade e concentração de oxigênio dissolvido, bem como a espessura da região onde existe atividade biológica intensa, ou seja, onde há a formação de um biofilme (figura 4). A partir desse resultado, obtém-se uma avaliação precisa do comportamento das bactérias.

Os dados obtidos por esse tipo de análise são uma ferramenta de grande importância, por permitir o aprofundamento no conhecimento dos fenômenos que ocorrem no interior dos biofilmes, presentes na maioria das unidades de tratamento biológico de esgoto sanitário e industrial.

Tecnologia nacional

Nos laboratórios dos Estados Unidos, a fabricação de microssensores ainda é feita de forma artesanal. Não há a preocupação de produção em grande escala, pois os microssensores são feitos e aplicados por pequenos grupos de pesquisa nas universidades e, portanto, para consumo próprio. Porém, aqui no Brasil, com habilidade e empenho, criaram-se alternativas para facilitar e aperfeiçoar o processo de fabricação de microssensores, minimizando-se perdas comuns no processo construtivo e, conseqüentemente, custos de produção.

O aperfeiçoamento dos equipamentos e das máquinas envolvidas no processo de fabricação fez a diferença no Brasil, onde, em médio prazo, acredita-se ser possível a produção de microssensores em grande escala, para suprir as necessidades do mercado interno e também externo a um preço acessível. Espera-se, assim, tornar possível a disseminação dessa tecnologia no país, o que geraria empregos com mão-de-obra especializada para manufaturar tanto os microeletrodos quanto todos os dispositivos periféricos necessários na aplicação desse equipamento.

Por fim, vale enfatizar que o desenvolvimento de tecnologia nacional no campo dos microssensores representa a viabilização de redução de custos para análises laboratoriais, além da introdução de ferramentas de pesquisa até então inacessíveis no mercado brasileiro. Já existem pesquisadores de universidades tanto brasileiras quanto estrangeiras com interesse na aplicação dos microssensores desenvolvidos no país. Cabe salientar que há hoje pouquíssimos fornecedores comerciais de microssensores para biofilmes no mundo, sendo que o custo médio por unidade é de US$ 600 (cerca de R$ 1,3 mil). Estima-se que a comercialização no Brasil possa ser feita por algo em torno da metade desse preço. ■

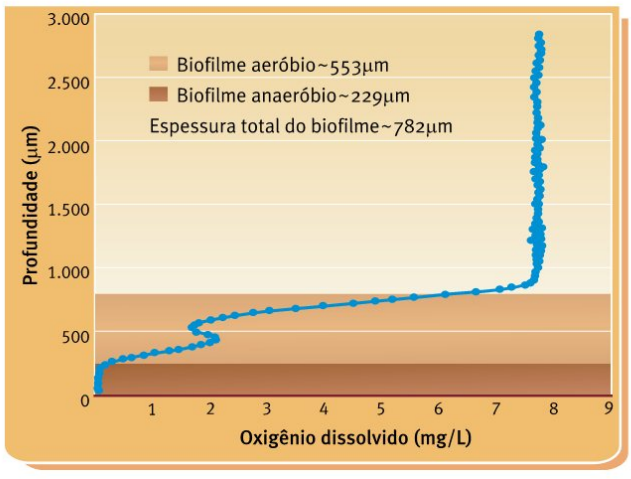
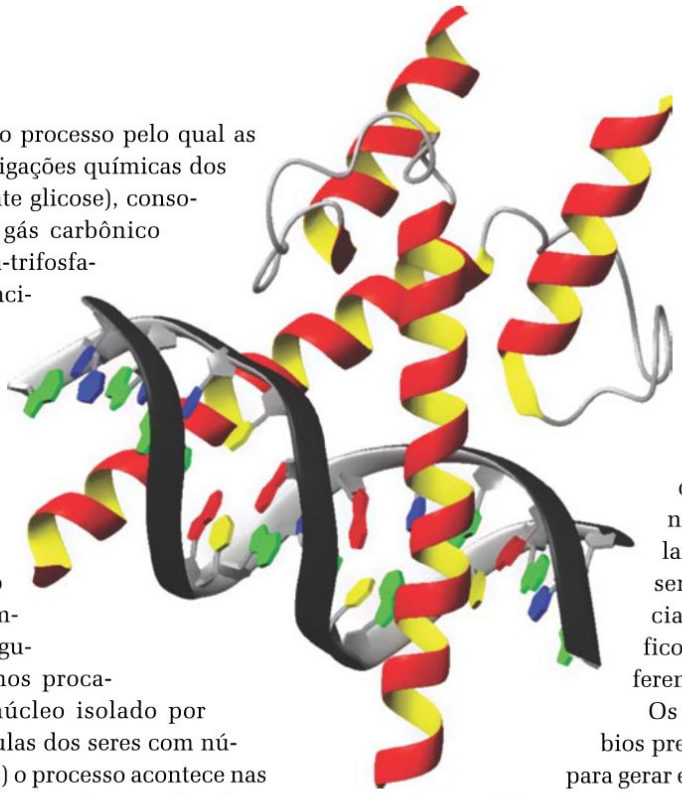


Figura 4. Medições feitas em biofilme extraído de reator para tratamento de esgoto do *campus* USP de São Carlos. Antes de o microssensor atingir o biofilme, as concentrações de oxigênio são relativamente altas (acima de 7 mg/L), pois não há consumo efetivo desse elemento pelas bactérias. Quando o microssensor atinge o biofilme (a partir de 782 µm), observa-se o consumo progressivo de oxigênio pelas bactérias aeróbias. A partir de 229 µm até a profundidade zero, não há oxigênio. É nesta última faixa que estão as bactérias anaeróbias (que não precisam desse elemento)

BIOQUÍMICA Proteína aciona genes que evitam danos quando falta oxigênio nos tecidos

HIF: proteção para as células

Em certas situações, o fornecimento de oxigênio (O_2) para os tecidos do nosso corpo, através do sangue, é interrompido ou bastante reduzido. Essa condição, denominada isquemia, interfere na respiração celular, processo que gera energia para o metabolismo. Situações de isquemia podem danificar ou mesmo levar as células à morte. Quando esses eventos acontecem, entra em ação uma proteína conhecida como HIF, que é capaz de ativar diversos genes que promovem rápida resposta contra a hipóxia (baixa quantidade de O_2) e atuam permitindo a adaptação da célula a essa nova situação, mantendo o processo de geração de energia. Por **Renata de Lima Sales Gonçalves** e **José Henrique Maia Campos de Oliveira**, do *Instituto de Bioquímica Médica* da *Universidade Federal do Rio de Janeiro*.



WWW.CS.STEDWARDS.EDU

Ilustração esquemática da proteína HIF interagindo com a dupla hélice (fitas mais escuras) do DNA

A respiração celular é o processo pelo qual as células quebram as ligações químicas dos nutrientes (principalmente glicose), consomem oxigênio e geram gás carbônico (CO_2), água e adenosina-trifosfato (ATP). O ATP é a principal molécula que fornece energia para a realização da grande maioria dos processos celulares, como a replicação do material genético e a síntese de proteínas.

A respiração aeróbia – dependente de oxigênio – pode ocorrer nas membranas plasmáticas de algumas bactérias (organismos procarióticos, ou seja, sem núcleo isolado por membrana), mas nas células dos seres com núcleo isolado (eucarióticos) o processo acontece nas mitocôndrias, organelas presentes no citoplasma celular. Essa, porém, não é a única forma de obtenção de energia. Os organismos anaeróbios, que não utilizam oxigênio, sintetizam ATP transformando a energia contida nos nutrientes pelo processo de fermentação, mas nesse caso o rendimento energético é bem menor. Esse fato impôs diversas restrições evolutivas a tais organismos, impedindo que se tornassem multicelulares e desenvolvessem tecidos diferenciados, mais específicos e adaptados a diferentes funções.

Os organismos aeróbios precisam do oxigênio para gerar energia em suas células, mas às vezes ocorrem casos, decorrentes de situações normais ou de doenças, em que a presença desse gás é muito reduzida. Um exemplo fisiológico é a realização de exercícios físicos intensos (quando as células musculares exigem mais oxigênio do que o disponível). Exemplos patológicos são os tumores, nos quais a proliferação excessiva das

células supera a velocidade de formação da rede de vasos sangüíneos (prejudicando o aporte de O_2), ou os tecidos periféricos de portadores de diabetes (que recebem pouco O_2 devido a problemas circulatórios associados à doença). Todas essas condições impõem aos tecidos afetados uma restrição no fornecimento de O_2, também conhecida como isquemia (redução do afluxo de sangue). A falta de oxigênio reduz a produção de ATP e altera outros processos celulares, podendo resultar na morte das células.

Situação interessante é a do povo sherpa, uma minoria étnica que vive há séculos nos arredores do monte Everest, no Nepal, a uma altitude de mais de 5 mil metros. A tensão de oxigênio é muito baixa nessa altitude, o que faz com que esse povo viva em constante hipóxia, mas essa condição não parece afetar as suas atividades normais. Por isso, os sherpas vêm sendo objeto de estudos que buscam compreender a natureza dessa adaptação à baixa tensão de oxigênio.

Em nosso organismo não é rara a ocorrência de isquemias nos tecidos. Entretanto, na maioria das vezes, nossas células conseguem se adaptar. No caso dos músculos, quando falta O_2, produtos intermediários da respiração são transformados em ácido láctico, o que garante a continuação do processo de geração de energia. Entre as adaptações que os organismos desenvolveram para a sua sobrevivência está a atividade de uma proteína denominada fator induzido por hipóxia (conhecida como HIF, por sua sigla em inglês). Essa proteína atua como um fator de transcrição, ou seja, ela migra para o núcleo celular e se liga ao DNA, ativando diversos genes envolvidos na adaptação à hipóxia e regulando a produção (a partir das instruções desses genes) de proteínas que irão ajudar a proteger as células nessa 'emergência'. Esse mecanismo é muito semelhante em todos os tipos de eucariotos – a atividade do HIF foi demonstrada em seres tão distintos quanto vermes, insetos e mamíferos, o que indica que foi conservada durante a evolução das espécies.

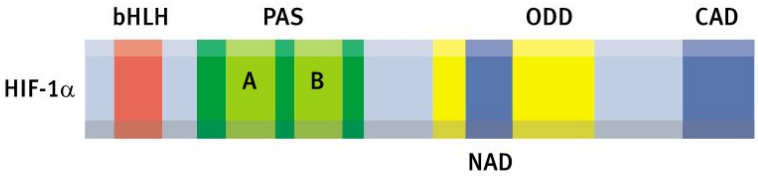


Figura 1. Esquema da estrutura do HIF-1α, subunidade da proteína HIF – em vermelho, o domínio bHLH (responsável pela ligação ao DNA); em verde o domínio PAS (que apresenta duas partes, A e B, e permite a interação entre as subunidades α e β do HIF); em azul escuro o domínio de ativação (que tem dois tipos, CAD e NAD, e aciona a expressão do gene); e em amarelo o domínio ODD (envolvido na degradação do HIF-1α quando o aporte de oxigênio à célula é normal)

Estrutura e mecanismo de ação

O HIF é uma proteína heterodimérica, ou seja, composta de duas subunidades diferentes, chamadas HIF-1α e HIF-1β. Embora a segunda (β) seja fundamental para a atividade da proteína, é a primeira (α) que responde aos diferentes níveis de O_2. Isso ocorre porque a subunidade α tem quatro regiões funcionais, ou domínios (figura 1), todas elas envolvidas de alguma forma na modulação da atividade do HIF. O domínio bHLH torna a proteína capaz de se ligar ao DNA, o domínio PAS permite a interação entre as subunidades α e β, o domínio de ativação (de dois tipos, CAD e NAD) aciona a expressão do gene e o domínio de degradação dependente de oxigênio (ODD) está, como o nome indica, envolvido na eliminação da proteína em condições normais de oxigenação, quando não é necessária.

A função do domínio ODD é de extrema importância para a adaptação das células à hipóxia. De modo geral, a diminuição do aporte de O_2 na célula é o sinal que desencadeia a atividade do HIF. Quando isso acontece, as subunidades α e β se ligam, ativando o HIF e promovendo a transcrição de genes de adaptação. Quando existe oxigênio suficiente, porém, entra em ação outra proteína, denominada prolil-hidroxilase, capaz de adicionar um grupamento hidroxila (OH^-) à prolina, um aminoácido presente no domínio ODD do HIF-1α. Essa hidroxilação depende da presença de O_2 e, portanto, não ocorre em situações de hipóxia. A presença dessa prolina hidroxilada no HIF faz com que este se ligue a outra proteína, a pVHL. Essa ligação 'marca' a subunidade α para que seja reconhecida como 'indesejável' por um mecanismo de destruição de proteínas chamado proteassoma. Assim, a prolil-hidroxilase atua como um sensor de oxigênio capaz de regular a presença do HIF-1α na célula, removendo-o se os níveis de O_2 são normais.

Para que a célula possa responder rapidamente às variações da concentração de O_2, a HIF-1α é constantemente sintetizada e degradada enquanto o aporte de O_2 é adequado. A princípio, isso parece um 'desperdício' de energia, mas esse mecanismo permite que, em uma situação de hipóxia, a célula responda de imediato, já que essa subunidade já estará presente – nesse caso, ela não será degradada e se unirá ao HIF-1β para formar a proteína completa, acionando o processo de proteção contra os danos que a falta de oxigênio pode causar.

Genes regulados por HIF e suas funções

Para participar da resposta à hipóxia os genes precisam ter, na região que regula a sua transcrição, uma seqüência de nucleotídeos (moléculas que compõem o DNA) chamada elemento de resposta à hipóxia (conhecida como HRE, por sua sigla em

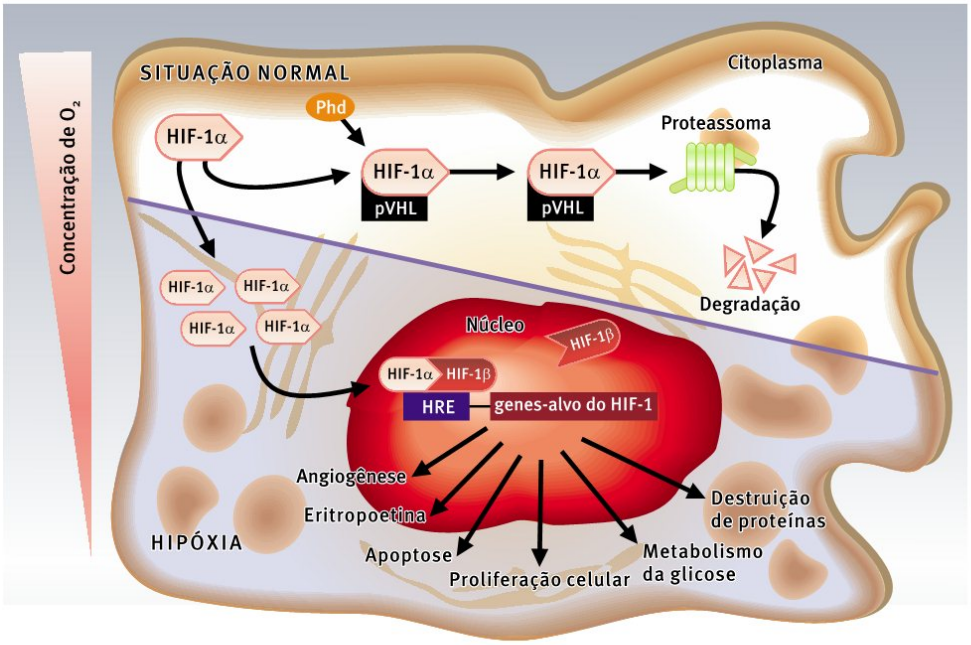


Figura 2. Esquema das situações que levam à ativação ou à degradação da proteína HIF: quando há falta de oxigênio, suas subunidades (α e β) se unem e ativam genes que participam da proteção contra danos celulares, e quando o aporte de oxigênio é normal a enzima proli-hidroxilase altera o HIF-1α, permitindo seu reconhecimento e degradação por proteassomas (complexos protéicos que destroem material defeituoso ou desnecessário na célula)

inglês). A proteína HIF reconhece o HRE e ativa a transcrição desses genes.

Diversos genes têm o HRE, o que faz deles possíveis alvos do HIF em uma situação de hipóxia. Entre esses genes podem ser destacados os responsáveis pela produção do hormônio eritropoetina, do fator de crescimento do endotélio vascular (VEGF), da proteína GLUT-1 (transportadora de glicose), além de vários genes relacionados à quebra da glicose na respiração celular. É muito importante destacar que os produtos desses genes contribuem de várias formas para a adaptação à ausência de O_2.

A eritropoetina, por exemplo, atua na medula óssea, estimulando a maturação de glóbulos vermelhos (hemácias), as células do sangue que transportam o oxigênio dos pulmões a todas as células do corpo. O aumento da quantidade de hemácias na circulação significa maior capacidade de fornecimento de O_2 para os tecidos, o que ajuda a reverter a situação de hipóxia e permite o retorno à normalidade (figura 2).

Já o VEGF, um importante fator de crescimento, promove a formação rápida de novos vasos sangüíneos, o que leva mais sangue (e mais O_2) aos tecidos onde esses vasos se formam. Esse fator de crescimento é produzido pelas células endoteliais (que formam a parede dos vasos sangüíneos) e se liga a receptores de membrana dessas mesmas células, fazendo com que proliferem e produzam outras proteínas capazes de contribuir para a formação de novos vasos. Uma dessas proteínas, a metaloproteinase, degrada a matriz extracelular, abrindo espaço para o crescimento dos novos vasos. A atuação do VEGF no desenvolvimento dos tumores, que dependem da formação rápida de novos vasos sangüíneos, fez desse fator uma possível arma no tratamento do câncer, e estudos preliminares mostraram que anticorpos anti-VEGF foram capazes de bloquear a proliferação de novos vasos e impedir o crescimento tumoral.

Outra forma de adaptação – não relacionada ao aporte de sangue e O_2 – é o aumento da transcrição de genes relacionados ao transporte e à 'quebra' da glicose nas células. Os produtos desses genes ajudam as células a conseguir energia e produzir ATP mesmo na ausência de O_2.

A descoberta e a caracterização da atividade de HIF permitiram entender melhor alguns mecanismos moleculares relacionados à adaptação dos organismos à hipóxia. Esse processo é de fundamental importância dentro das ciências médicas, pois cria a possibilidade de novas estratégias de combate a doenças nas quais já foi demonstrado que o HIF tem importante papel, como no caso do câncer.

No laboratório de artrópodos hematófagos (que se alimentam de sangue), estudamos a bioenergética de mosquitos vetores de doenças como dengue e malária. Acreditamos que, durante o processo de digestão do sangue em seu intestino, esses insetos vivenciam um período de hipóxia, como uma forma de se defender dos radicais livres de oxigênio, subprodutos da respiração (ver 'Mitocôndria: ATP, calor e morte celular', em *CH* nº 199). Imaginamos que nessa situação o HIF desempenhe um papel importante. Alguns resultados preliminares revelam que o gene de HIF está presente no intestino do mosquito *Aedes aegypti* (transmissor da dengue). O estudo do HIF, portanto, assume grande importância, pois pode nos ajudar a entender e evitar doenças tão diferentes como o câncer e a dengue. ■

ECOFISIOLOGIA Pressões sobre o ecossistema afetam metabolismo de plantas de manguezais na Bahia

Os estresses ambientais e a fotossíntese

A estrutura vegetal dos manguezais vem sendo alterada por atividades humanas, afetando a sobrevivência de diferentes animais que dependem de tais ambientes para sua alimentação ou reprodução. Estudos na baía de Todos os Santos, na Bahia, onde esses ecossistemas têm sido destruídos por ocupações irregulares e pelo lançamento de resíduos industriais e domésticos, registraram a perda de área foliar em três espécies típicas dos mangues, o que reduz sua capacidade fotossintética, e mostraram a possibilidade de usar métodos não destrutivos para monitorar o crescimento das folhas e a taxa de fotossíntese dessas plantas. Por **Solange Amorim**, do *Laboratório de Ecofisiologia* da *Universidade Estadual de Feira de Santana* (*UEFS*), **Marico Meguro**, do *Instituto de Biologia* da *Universidade de São Paulo*, **Clóvis Peixoto**, da *Universidade Federal da Bahia*, e **Bruna Tanure**, **Eduardo Santana**, **Emanuela Franco**, **Fernanda Rodrigues**, **Frederic Hughes**, **Marcos Araujo** e **Maria Magdalena Nascimento**, alunos de biologia da *UEFS*.

O manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre entre os ambientes terrestre e marítimo, característicos de regiões tropicais e subtropicais, sujeito à inundação das marés. É formado por espécies vegetais lenhosas, algas adaptadas às variações de salinidade, que colonizam áreas predominantemente lodosas, com baixo teor de oxigênio. Os manguezais exercem papéis ecológicos importantes. Por sua localização em áreas costeiras abrigadas, oferecem condições propícias de alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies de animais. Além disso, transformam nutrientes minerais em matérias orgânicas e geram bens e serviços para populações humanas. Também controlam a erosão, retêm sedimentos e poluentes e ajudam a reduzir os efeitos de fenômenos oceânicos ou climáticos capazes de gerar turbulências muito fortes. Em regiões onde acontecem ciclones e tormentas severas, por



FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES

Figura 1. Paisagens de manguezais da costa oeste (A) e da costa leste (B) da baía de Todos os Santos

exemplo, a presença de manguezais diminui os danos causados pelas ondas. Por essas razões, esses ambientes têm sido considerados, em todo o mundo, áreas prioritárias para conservação.

No Brasil colonial, a Coroa portuguesa considerava como suas as terras aluviais (manguezais) e proibia a sua doação. Em 10 de julho de 1760, o rei Dom José proibiu o corte e a derrubada de árvores saudáveis nessas áreas – só as já tombadas podiam ser aproveitadas para a obtenção de lenha e de tanino (extraído das cascas) para o curtimento de couros, em uma tentativa incipiente de 'manejo' e 'gestão'. A atual legislação, em especial o Decreto federal 750, de 1993, reconhece a importância ecológica, social e econômica dos manguezais e os considera "áreas de proteção ambiental". As introduções das leis ressaltam o valioso papel desses ambientes na manutenção do equilíbrio ecológico dos estuários e na sobrevivência de grande número de espécies estuarinas e marinhas.

Entretanto, há séculos os manguezais brasileiros vêm sendo destruídos para a ocupação de áreas ou degradados pela exploração predatória, apesar de sua alta capacidade de regeneração – especialmente no caso de espécies vegetais típicas, como o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana*). Na baía de Todos os Santos, local dos estudos de nosso grupo (figura 1), esses ambientes fornecem madeira (para lenha e construção de casas e instrumentos de pesca), serapilheira (para misturar a rações de animais de criação), adubo (para cultivos agrícolas), tanino (para tingimento de redes) e materiais de uso industrial (para a produção de colas, óleos, álcool e medicamentos). Moradores de locais próximos também capturam peixes, crustáceos e moluscos e produzem mel de abelhas nesse ecossistema. Todas essas atividades podem tornar ainda mais vulneráveis os manguezais da região, se não forem planejadas adequadamente, com base em critérios de sustentabilidade, e realizadas através de métodos que garantam a sua conservação.

A baía de Todos os Santos

Uma lenda indígena publicada no jornal *A Tarde*, de Salvador (BA), em 1º de novembro de 2004, em encarte patrocinado pela Petrobras, dá um cunho poético à formação da baía de Todos os Santos: "Contaram os índios aos portugueses, em 1500, que uma grande ave de longas asas de plumas brancas partiu de muito longe, voando dias e noites sem parar, até cair morta, exausta, por aqui. Suas asas transformaram-se em praias e no local onde seu coração bateu, a terra se abriu formando uma grande depressão que as águas do mar invadiram, e se formou Kirymuré." A baía ganhou seu nome atual em 1º de novembro de 1501, dado pelo navegador italiano Américo Vespúcio (1454-1512), em homenagem ao dia de Todos os Santos da Igreja Católica.



Figura 2. Mapa da baía de Todos os Santos, mostrando os locais citados no artigo

Em termos científicos, evidências geológicas revelam que a baía de Todos os Santos teve origem em movimentos ocorridos na crosta terrestre há milhões de anos, que deprimiram uma área de sedimentação mais antiga, permitindo a invasão do mar. Localizada no litoral baiano, essa baía tem área de 927 km², com profundidade média de 6,9 m e máxima de 102 m (perto da ponta do Padrão, onde fica o farol da Barra, hoje importante ponto turístico de Salvador). Contém três baías menores (baías de Aratu e Iguape e enseada dos Tainheiros) e recebe águas de três bacias hidrográficas (Recôncavo Norte, Paraguaçu e Recôncavo Sul). Tem cerca de 180 km de costa (98 km na ilha de Itaparica), ocupada, em 30% de sua extensão, por manguezais. As marés têm amplitude máxima de 2,7 m, na maior parte do ano, e a corrente de enchente dura cinco horas. As águas da baía banham a capital do estado, Salvador, e outros 11 municípios, e nela estão situados os portos de Salvador, Aratu e outros menores, além de terminais portuários de empresas. Em suas margens foram instaladas, nas últimas décadas, grandes áreas industriais, incluindo a Refinaria Landulfo Alves (em Mataripe) (figura 2).

De rara beleza natural, a baía tem um grande potencial turístico. Ainda exibe matas nativas e grandes manguezais em diversos pontos de seu contorno.



Figura 3. Resíduos de esgoto – como o da imagem, de uma construção do tempo do Brasil colonial – são descartados diretamente no mar, contribuindo para o aumento da poluição na baía

Em contraste com essa paisagem, porém, podem ser percebidas a crescente ocupação urbana em suas margens, as construções de luxo nas ilhas (algumas com cercas e áreas reservadas de água salgada) e atividades industriais e pesqueiras, inclusive com explosivos, com acidentes freqüentes. A baía recebe resíduos agrícolas, efluentes industriais e esgotos domésticos (figura 3).

É difícil avaliar os danos ecológicos e fisiológicos provocados nos manguezais da baía de Todos os Santos porque essa área sofre pressões negativas desde a descoberta do Brasil e, principalmente, após o início da industrialização e da implantação das atividades petroquímicas em suas margens, ao longo dos últimos 60 anos. Tais atividades decorrem da descoberta de petróleo em 1930 em Lobato, onde em 1939 foi perfurado o primeiro poço produtivo do Brasil.

Efeitos sobre a vegetação

A exploração predatória, a poluição agroindustrial e outros impactos submetem as plantas típicas dos manguezais, como *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*, a diferentes fatores de estresse. Essas espécies apresentam respostas fisiológicas heterogêneas, determinadas pelas características genéticas de cada uma como estratégias de sobrevivência, mas as novas condições afetam seu metabolismo e alteram essas reações. Plantas submetidas a estresses crônicos, como as avaliadas neste estudo, respondem às pressões dentro de certos limites de tolerância. Quando tais limites são excedidos, porém, as reações podem se desestabilizar, e as plantas passam a exibir sintomas de desequilíbrio metabólico, com queda da taxa fotossintética e sinais de injúrias, como as modificações das folhas em *A. schaueriana* observadas nos manguezais de Mataripe (figura 4).

A fotossíntese é a produção de substâncias orgânicas, que fornecem a energia necessária para o desenvolvimento das funções vitais dos vegetais. Esses compostos são sintetizados a partir de água (H_2O) e gás carbônico (CO_2), utilizando como fonte de energia a luz solar, que é absorvida pelas moléculas de clorofila e transformada em energia química. Nos vegetais superiores, esse processo acontece normalmente nas folhas.

Nos registros da taxa de fotossíntese, os dados são fornecidos por unidade de área foliar. Existem aparelhos que medem a área das folhas e a absorção por estas de gás carbônico (CO_2) diretamente na planta, mas muitos pesquisadores não podem contar com eles (em geral importados e de custo elevado), e por





Figura 4. No manguezal situado na área de influência das indústrias petroquímicas, em Mataripe, a espécie *Avicennia schaueriana* apresenta folhas deformadas, com a lâmina encurvada e o tamanho menor (A), em contraste com as folhas sadias da mesma planta em outras áreas (B)

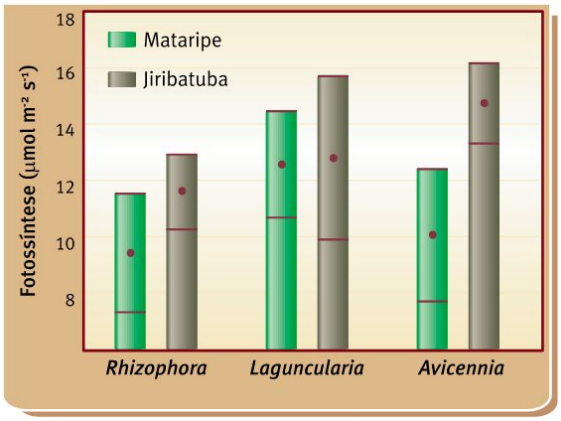


Figura 5. Variação da taxa fotossintética (µmol m^{-2} s^{-1}) em *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* nas estações de coleta em Mataripe e Jiribatuba – os pontos representam as médias e os traços indicam a margem de erro das medições

isso adotam procedimentos destrutivos. O emprego desses equipamentos, quando possível, permite estimar a área foliar e a taxa de fotossíntese em campo, sem qualquer dano aos vegetais, o que tem contribuído para a preservação de diferentes ecossistemas.

Para avaliar o efeito das múltiplas pressões negativas sobre a vegetação típica dos manguezais da baía de Todos os Santos, nosso estudo mediu a área foliar (com o aparelho Delta-T MK2) e a absorção de gás carbônico (com o sistema Licor 6200 Primer), em manguezais de Mataripe, localizados na área de influência de indústrias petroquímicas, e de Jiribatuba, situados na ilha de Itaparica e distantes dessa influência.

A escolha das plantas para o experimento foi a primeira etapa dos trabalhos. Em seguida, foram escolhidas 100 folhas de ramos completamente expostos ao Sol, em cinco plantas de *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*, e a área dessas folhas, seu comprimento e sua maior largura foram medidos com o aparelho Delta-T MK2.

A taxa média de fotossíntese no manguezal de Jiribatuba (13,016 µmol de CO_2 absorvido por m^2 e por segundo) foi maior que a registrada em Mataripe (10,652). Entre as espécies amostradas, *R. mangle* apresentou o menor valor médio (10,478), enquanto a média para *L. racemosa* alcançou 12,638 e a de *A. schaueriana* chegou a 12,385 (figura 5). Medições em diferentes horários revelaram que essa taxa foi maior às 12 h (média para as três espécies de 13,36) do que às 9 h (média de 11,028) e às 15 h (média de 11,113). Quanto à área foliar, a média geral foi menor em Mataripe (25,73 cm^2) do que em Jiribatuba (36,23 cm^2) – a média inclui as três espécies típicas já citadas, mas cada uma delas tem área foliar diferente, em função do formato e tamanho de suas folhas.

Um método não destrutivo

Outro objetivo do estudo foi propor um método não destrutivo para acompanhar, de maneira mais simples e precisa, o crescimento foliar (área de fotossíntese) dessas espécies. Para isso, além de medir a área real, o comprimento e a maior largura de folhas de *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana* em diferentes estágios de crescimento (pequenas, médias e grandes), os pesquisadores fizeram análises estatísticas (denominadas 'de regressão') sobre as correlações entre a área real e o comprimento e entre a área real e a maior largura das folhas. Foi analisada, também, a correlação estatística entre a área real e o produto do comprimento pela maior largura das folhas.

Após a realização dessas análises, foram determinadas as melhores equações matemáticas que permitissem o cálculo da área foliar (área foliar estimada) em uma segunda ida ao campo, através dos registros da largura e do comprimento das folhas nas plantas. As medidas médias das folhas das três espécies e as equações de cálculo da área foliar podem ser encontradas no trabalho 'Área fotossintética em espécies vegetais de manguezais da baía de Todos os Santos – BA/BR', apresentado no 57º Congresso Nacional de Botânica, em Gramado (RS), em novembro do ano passado.

O uso de métodos não-destrutivos é importante porque, além de sua rapidez e precisão, eles permitem acompanhar o crescimento das folhas da mesma planta até o final do ciclo ou do ensaio, sem destruí-las. Foram obtidas três equações para a estimativa da área foliar em cada um dos três estágios de crescimento e definidas as formas das folhas de cada espécie. A folha de *R. mangle* é lanceolada (sendo mais larga na parte mediana), a de *L. racemosa* é obovada (sendo mais larga na parte apical) e a de *A. schaueriana* é ovada (mais larga na parte basal).

A pesquisa na baía de Todos os Santos revelou que o método não-destrutivo de monitoramento do crescimento foliar e da área fotossintética é aplicável para as três espécies vegetais amostradas e permite conseguir rapidamente informações – de interesse do meio científico e do público leigo – sobre a situação vulnerável dos manguezais. Nas áreas estudadas, constatou-se a intensificação dos efeitos negativos das atividades humanas desenvolvidas na região. Os resultados incentivaram os pesquisadores – alunos da disciplina ecofisiologia do curso de ciências biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana – a continuar as investigações ao longo da costa norte da baía (sentido oeste-leste) para ampliar os dados ecofisiológicos sobre as espécies vegetais dos diferentes manguezais ali existentes. ■

RESENHA

A matemática universal

O universo e a xícara de chá

K.C. Cole

Rio de Janeiro, Record, 294 p., R$ 40,90



Apesar do título um tanto misterioso, que poderia afugentar alguns leitores cuja relação com a matemática for pouco amistosa, *O universo e a xícara de chá (A matemática da verdade e da beleza)* trata de matemática, mas é escrito para todos, inclusive para os leigos no tema. No livro, os termos 'matemática universal' ou 'matemática do universo' têm dois sentidos. O primeiro refere-se à matemática que rege as leis do universo, seja na física, na biologia ou nas ciências sociais; o segundo sentido, mais abordado no livro, diz respeito àquela 'matemática universal' mais simples, presente no cotidiano de todos, matemáticos ou não, e que muitas vezes passa desapercebida ou de modo distorcido sob nossos olhares e atitudes.

Escalas, proporções, probabilidades, ordens de grandeza, taxas de crescimento... O livro relata, na maioria das vezes de modo claro e preciso, uma série de fatos curiosos e intrigantes acerca desses e de outros simples conceitos matemáticos presentes na vida de todos, mesmo que, por diversas vezes, não consigamos percebê-los.

Após uma introdução e agradecimentos um tanto extensos, a autora nos apresenta, no início do capítulo 1, uma das mais belas questões que permeiam todo o livro: a dificuldade que nós, seres humanos, temos de lidar com números e grandezas muito grandes ou muito pequenas, que em boa parte das situações estão aparentemente fora da escala do mundo que observamos. São situações como a dificuldade de percebermos a diferença entre as ordens de grandeza de 1 milhão e 1 bilhão até as mais importantes contribuições da física do século 20, como a teoria da relatividade e a mecânica quântica.

Por exemplo, quantos grãos de areia cabem em uma caixa de fósforos, mil, 1 milhão, 1 bilhão? Quando as noções de muito grande e muito pequeno se misturam às de chance e probabilidade, a confusão é ainda maior. Sua chance de ganhar na Mega-Sena é aproximadamente um milionésimo da sua chance de contrair Aids em uma relação íntima heterossexual, sem preservativo, com um parceiro portador de HIV; será que o comportamento humano reflete o que tal frase sugere?

Outro exemplo, este citado no livro, mas atribuído a John Allen Paulos (autor de diversos livros de divulgação da matemática, entre eles o excelente *O analfabetismo em matemática e suas conseqüências)* é o seguinte: "...A mulher dirige o carro pela rua com o filho fazendo mil travessuras no banco da frente. Depois chegam ao shopping, e ela o segura pela mão com tanta força que chega a machucá-lo, com medo que o seqüestrem." Isso ilustra o fato da nossa percepção cometer a imprudência de dar mais valor às coisas raras e exóticas em detrimento de situações mais freqüentes e corriqueiras que fazem parte do nosso cotidiano. Ou ainda em outro caso mencionado no livro: "...Um sapo colocado na água quente vai lutar até sair, ao passo que o mesmo sapo colocado em água fria, aquecida lentamente, vai ficar quietinho até cozinhar. (...) Não se pode antever o que não se percebe."

Um ponto alto do livro é a parte que trata das aplicações da matemática nas ciências sociais. A autora apresenta uma interes-

sante discussão sobre sistemas de votação e descreve um exemplo engraçado sobre uma família norte-americana que decide, por voto, a que filme vai assistir no sábado à noite. Mesmo que as preferências individuais sejam imutáveis, os resultados da eleição podem mudar drasticamente dependendo do sistema de escolha adotado. A questão dos sistemas de votação já é bastante antiga e remonta ao marquês de Condorcet (Marie-Jean-Antoine-Nicolas de Caritat, cientista político e matemático francês, 1747-1794), mas o grande resultado matemático nessa direção surge cerca de 200 anos depois, com o teorema da impossibilidade do [economista norte-americano Kenneth] Arrow, que postula que nenhum sistema de votação pode ser completamente justo. Outra discussão interessante diz respeito aos processos de divisão. O que é uma divisão justa? Como fazê-la? Desde a partilha bíblica proposta pelo rei Salomão, a questão da divisão justa atormenta matemáticos, juristas, cientistas sociais, casais que se separam...

Com um texto simples mas preciso, a autora nos descreve essas e outras situações sem fazer uso do formalismo matemático – não me lembro de nenhuma equação em todo o texto. Apesar de não haver seqüência ou continuidade dos assuntos abordados, a leitura é agradável, sobretudo aos leigos e curiosos pela matemática.

Bernardo Nunes Borges de Lima
Departamento de Matemática,
Universidade Federal
de Minas Gerais

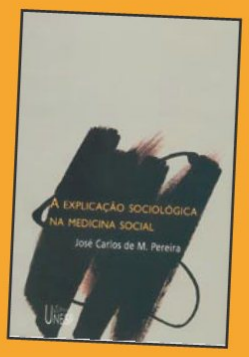
Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza



Enrique Leff
Rio de Janeiro, editora Civilização Brasileira, 560 p., R$ 60,90

Doutor em economia do desenvolvimento pela Universidade Sorbonne, França, e coordenador da Rede de Formação Ambiental para a América Latina e Caribe (PNUMA), Enrique Leff busca neste livro esclarecer as causas da atual crise ambiental, partindo da premissa de que, em sua origem, estão as formas de compreensão do mundo – a construção de uma racionalidade teórica, econômica e instrumental que tem desestruturado os ecossistemas, degradado o ambiente e desnaturalizado a natureza. Investigando as causas epistemológicas da crise, o autor propõe a articulação de diversas ordens culturais e esferas do saber para questionar a racionalidade totalizadora e opressora da vida e a construção do que chama de racionalidade ambiental.

A explicação sociológica na medicina social



José Carlos de M. Pereira
São Paulo, editora Unesp, 280 p., R$ 32

Ao focar a medicina como uma ciência histórico-social, o autor oferece uma base epistemológica ao pesquisador interessado em modelos de explicação para a ação dos fatores extrabiológicos no processo saúde-doença. Professor aposentado da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, Pereira sistematiza a pesquisa sociológica em medicina, retomando as grandes correntes do pensamento no campo das ciências sociais: a funcionalista, a compreensiva e a dialética. Propondo a convergência entre explicações sociais e 'naturais', ele mostra como as manifestações patológicas dependem das condições de natureza social.

A globalização da natureza e a natureza da globalização



Carlos Walter Porto-Gonçalves
Rio de Janeiro, editora Civilização Brasileira, 420 p., R$ 50,90

A questão ambiental é indissociável de questões de claro sentido ético, filosófico e político. Que destinos dar à natureza, à nossa própria natureza de humanos? Quais os limites da relação da humanidade com o planeta? Ao abordar a relação entre globalização e meio ambiente, o autor desvia-se de uma interpretação puramente prática e técnica, e defende que as soluções para a poluição, o desmatamento e outros problemas ambientais estão além das noções de 'desenvolvimento sustentável' e de 'qualidade de vida' largamente apresentadas pela mídia como pressupostos para a utilização responsável da natureza. Essas estratégias, segundo o geógrafo, podem ter efeitos contrários e perpetuar uma cultura de dominação da natureza. Perceber que o homem está inserido na natureza como coadjuvante e que dela depende é o ponto central para que se possa enfrentar o desafio contemporâneo, criando formas para a superação da degradação ambiental.

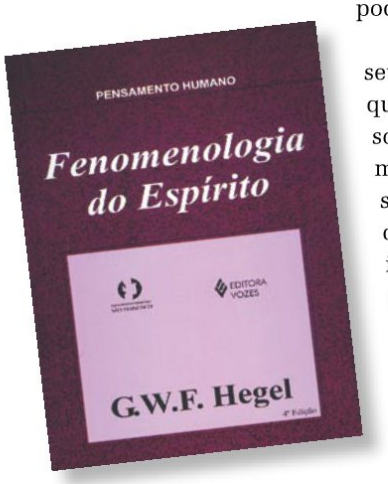
HÁ 200 ANOS GEORG HEGEL PUBLICAVA O CLÁSSICO FENOMENOLOGIA DO ESPÍRITO

Revolução galileana na filosofia

Em 1807, o filósofo alemão Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) publicava *Fenomenologia do espírito*, considerada por muitos estudiosos como uma das obras mais importantes da história da filosofia: "Pela originalidade de sua concepção, pela maestria incomparável no uso da dialética e pela elaboração de uma nova linguagem", segundo o professor Paulo Meneses, principal tradutor de Hegel para o português e presidente de honra da Sociedade Hegel Brasileira. A partir da definição de dialética como idealismo absoluto que identifica realidade com razão – entendida esta última como desenvolvimento histórico da consciência –, Hegel criou o chamado método dialético, que influenciou profundamente pesquisadores de vários campos das ciências humanas e sociais. Na filosofia, seu feito é comparável ao de Galileu na área da astronomia.

Costuma-se admitir que Immanuel Kant (1724-1804) fez a revolução copernicana na filosofia. A Hegel coube a revolução galileana, que seria uma revolução em sentido estrito. Nicolau Copérnico (1473-1543) teria sido o primeiro a afirmar o equívoco da teoria geocêntrica, ao enunciar que a Terra girava em torno do Sol. Mas ele foi suficientemente prudente para acrescentar que o Sol era a morada de Deus, não se opondo, assim, ao teocentrismo dominante. Se a Terra não era mais o centro do universo e sim o Sol, sendo este a morada de Deus, mantinha-se intacta a crença dogmática. A Inquisição não tinha, portanto, maiores razões para se preocupar com Copérnico.

Bem diferente foi o que fez Galileu Galilei (1564-1642). Munido de instrumentos montados à base de peças de contrabando, ele observou a superfície solar e anunciou que a teoria heliocêntrica estava certa – e que o Sol não passava de uma imensa bola de fogo. Agora, com razões para se preocupar, a Inquisição 'convidou' Galileu a se retratar. Era preciso pôr fim a uma teoria absurda, pois, se o Sol era uma bola de fogo, assemelhava-se mais ao inferno do que ao céu – e Deus não poderia morar no inferno nem estar fora do centro. Para solucionar o impasse, Galileu deveria retratar-se. Entrava então em cena o conceito de 'verdade', cujas raízes remontam à Grécia antiga: a 'verdade' é *alethéia*, ou seja, 'desvelamento', 'desocultação'. Uma vez que um objeto é alcançado pela verdade ou tenha sido desvelado, não se pode mais ocultá-lo.



Galileu, com o auxílio de seus equipamentos, permitiu que se tocasse a superfície solar com a verdade. Desse modo, mesmo que ele tenha se retratado para salvar seu corpo das chamas do poder inquisitorial, ninguém mais pôde ser enganado. Daí por que afirmar que se deve a Galileu uma revolução no sentido estrito.

É assim, pois, que entendemos que, se Kant

opera a revolução copernicana na filosofia, Hegel efetiva a revolução galileana. A filosofia kantiana anunciou a autonomia e a liberdade do ser humano; a hegeliana demonstrou essas duas faculdades e propôs a dialética como elemento constitutivo da realidade humana. Trata-se de uma ampliação do conceito de razão, que se torna, então, capaz de apreender toda a diversidade do psiquismo e, além disso, de desvelar a natureza dialética da realidade.


Georg Hegel

Esse ponto de vista está explicitado logo no início da *Fenomenologia* e é exemplificado por meio da relação que o autor vê entre o botão e a flor. Para Hegel, a flor supra-assume o botão ao desabrochar, pois, nessa condição, nega-o como realidade última da planta, conserva-o em sua constituição e eleva-o ao apresentar em si as partes antes pertencentes ao botão plenamente desenvolvidas – tudo isso simultaneamente. Eis o que é original em Hegel e ao mesmo tempo o ponto a partir do qual surgiram tantas interpretações equivocadas, seja por parte de seus comentadores ou de seus opositores.

Obra seminal

Se parece desnecessário deter-se sobre a importância ou a influência do pensamento de Hegel, cabe assinalar um ponto de vista do filósofo inglês Raymond Plant, em sua obra *Hegel*, publicada no Brasil em 2000 pela editora Unesp. Segundo Plant, que é professor do King's College, em Londres, pensadores importantes do século 20 são dificilmente compreensíveis se não se entender sua relação com Hegel. Isso é verdade para Martin Heidegger (1889-1976), Herbert Marcuse (1898-1979), Erich Fromm (1900-1980), Jacques Lacan (1901-1981), Theodor Adorno (1903-1969), Jean-Paul Sartre (1905-1980), Maurice Merleau-Ponty (1908-1961), entre muitos outros. No século 19 – ainda segundo Plant –, Ludwig Feuerbach (1804-1872), David Strauss (1808-1874), Karl Marx (1818-1883), Søren Kierkegaard (1813-1855), Friedrich Nietzsche (1844-1900) e Thomas Hill Green (1836-1882), todos trabalharam à sombra de Hegel.

A relevância conquistada pelo mestre alemão nascido em Stuttgart começa com a publicação da *Fenomenologia do espírito*. Não se imagina que uma obra de tal profundidade, complexidade e beleza possa ter sido concebida em condições tão adversas e dramáticas. Hegel a concluiu nos instantes imediatamente anteriores à invasão de Jena (cidade alemã na qual o filósofo havia se fixado) pelo exército de Napoleão Bonaparte (1769-1821). Os últimos retoques no texto foram dados sob os estrondos dos canhões das tropas napoleônicas.

Quando os soldados franceses invadiram Jena e saquearam sua casa, Hegel fugiu levando consigo os manuscritos da *Fenomenologia*. Graças a um cavaleiro que conseguiu atravessar a fronteira francesa, eles chegaram intactos às mãos do editor, em Bamberg, para felicidade de Hegel e de todos os que se consagraram à filosofia desde aquele tempo e a ela se dedicam nos dias atuais.

Por exigência do editor, o livro só seria publicado com um prefácio, que Hegel não havia redigido por considerá-lo inadequado a uma obra filosófica. Mas, premido por necessidades financeiras (havia perdido tudo durante a invasão francesa), teve de acatar a solicitação e compor o texto às pressas. Curiosamente, essa é uma das mais belas e inspiradas passagens da literatura filosófica e, talvez, a mais complexa da *Fenomenologia do espírito*. Tal dificuldade tem, infelizmente, levado muitos leitores a desistirem de lê-la, uma vez que, de costume, a leitura se dá a partir do prefácio.

Perguntas essenciais

O estudioso da obra de Hegel padre Henrique Cláudio de Lima Vaz (1921-2002), uma das referências mais relevantes no cenário filosófico brasileiro do século 20, vê três significações fundamentais na *Fenomenologia*. Uma filosófica: O que significa para a consciência experimentar-se a si mesma através de sucessivas formas de saber, assumidas e julgadas por essa forma suprema que chamamos de ciência ou filosofia? Outra cultural: O que significa, para o homem ocidental moderno, experimentar seu destino como decifração do enigma de uma história que se empenha na luta pelo sentido através da aparente sem-razão dos conflitos? E uma terceira, histórica: O que significa para a consciência a necessidade de percorrer a história da formação de seu mundo de cultura como caminho que designa os momentos do seu próprio formar-se para a ciência?

Karl Ludwig Michelet (1801-1893), que foi aluno de Hegel, conta que o filósofo lhe dissera certa vez que "a *Fenomenologia* era a sua viagem de descoberta". Ainda no século 19, David Strauss considerava-a

"o alfa e o ômega da filosofia de Hegel; ali, pela primeira vez, ele parte com seus próprios navios, como em um roteiro da *Odisséia*, e circunavega o mundo". Para Karl Marx, a *Fenomenologia* era "o lugar de nascença e o segredo da filosofia de Hegel".

Essa é uma breve caracterização da obra cujo bicentenário de publicação estamos comemorando. Um encontro de hegelianos em dezembro de 2006 na Universidade Federal do Ceará deu início às comemorações; para outubro deste ano está programado o 3º Congresso Internacional de Filosofia da Sociedade Hegel Brasileira, que ocorrerá na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre. Esse será provavelmente o ponto culminante das comemorações em território nacional.

Em português, a *Fenomenologia do espírito* chegou integralmente pela primeira vez em 1992, publicada pela editora Vozes, com tradução de Paulo Meneses. Em 2002, por ocasião dos 10 anos da primeira edição, foi lançada uma nova versão, revisada e em volume único. Somos talvez os últimos dos povos do Ocidente a traduzir o texto hegeliano. Mas podemos nos orgulhar de nossa tradução; em uma análise comparativa com as demais traduções, é considerada a mais fiel ao texto original.

Se, na Europa do século 20, o filósofo alemão Wilhelm Windelband (1848-1915) dizia que a geração capaz de entender a *Fenomenologia do espírito* estava em vias de extinção, hoje é possível contar nos dedos os que apenas a leram do começo ao fim. No Brasil do século 21, se começa a entender Hegel sem o recurso às interpretações (marxistas, existencialistas, teologicistas etc.) e, finalmente, poderemos nos apropriar do pensar hegeliano reeditando entre nós uma nova geração, capaz de apreender a *Fenomenologia* no momento em que celebramos a jovialidade histórica de seu ducentésimo aniversário.

Alfredo de Oliveira Moraes*
Departamento de Filosofia,
Universidade Federal de Pernambuco

* O autor é 1º secretário da Sociedade Hegel Brasileira.

Dê um brilho especial a suas aulas.

Use os livros desta coleção.



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

NA INTERNET: www.ciencia.org.br
PELO TELEFONE: 0800-7278999

CIÊNCIA HOJE na escola
A MELHOR DA SALA
Ela não pode faltar

CONHEÇA OS TÍTULOS DA COLEÇÃO

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

Vida longa

Sou fã de carteirinha e de longa data da *CH*, e há dois anos adquiri a assinatura. Que dinheiro bem investido! Sempre divulgando as novidades da ciência, e em especial o que os nossos cientistas andam realizando, a *CH* tem incentivado a carreira de futuros cientistas – e pretendo ser um deles. Uma das sessões de que mais gosto é 'Perfil'. O perfil do professor Setembrino Petri (*CH* 230) é um exemplo para quem deseja seguir a carreira de paleontólogo, como eu, mas depois dessa leitura tenho certeza de que outras mentes serão despertadas para a ciência como um todo e para a paleontologia. Também quero lembrar, embora já seja do conhecimento de muitos, que a Unesco aprovou o Geoparque Nacional localizado na chapada do Araripe (CE). É o primeiro das Américas! Trata-se de uma grande vitória para o Brasil e em especial para a preservação dos recursos naturais daquela área, que além da riqueza atual de fauna e flora, contém valiosos sítios fossilíferos, tantas vezes explorados de forma indevida e até comercializados ilegalmente. Vida longa à *CH*.



ILUSTRAÇÃO CAVALCANTE

Ana Emilia Quezado de Figueiredo
Fortaleza, CE

Contribuição

Sou bolsista do CNPq há dois anos, na Universidade Federal de Ouro Preto. Gostaria de parabenizar o Conselho, juntamente com a *CH*, por essa assinatura, um maravilhoso presente. Sempre tive vontade de assinar, mas como sou estudante de graduação não tinha condições financeiras para isso. Podem ter certeza de que a assinatura é uma enorme contribuição para o nosso crescimento.

Érika A. C. Custódio
Ouro Preto, MG

Fácil entendimento

Como bolsista do CNPq (curso química na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Dourados), estou recebendo a *CH*, o que me deixou muito feliz. A revista é muito boa. Vejo que há muitas reportagens interessantes, que podem ser levadas para escolas de ensino médio, pois são de fácil entendimento.

Rosangela da Silva Hegeto
Dourados, MS

Incentivo inesperado

Sou bolsista de iniciação científica da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec) e é de muito bom grado que recebo a assinatura da *CH*. Confesso que foi totalmente inesperado receber um incentivo como esse. Principalmente em um país que pouco percebe a importância dos estudos científicos. Gostaria de parabenizar a revista, que até agora eu desconhecia, pelo convênio com o CNPq e, claro, pelo ótimo conteúdo. Agradeço pela contribuição na formação deste estudante.

Leopoldo Tôrres
Belo Horizonte, MG

Educação

O comentário de Franklin Rumjanek sobre a educação (*CH* 229) abordou um tema importante, que tem sido discutido por especialistas, jornalistas e políticos. Talvez a mais completa e ainda válida análise seja a de Rui Barbosa, no relatório sobre a reforma do ensino de 1882. A solução, indiscutivelmente simplista que o articulista propõe é, no mínimo, discutível. Não me incluo entre os educadores de plantão e, muito menos, da moda. Já passei dos 70 anos e estudei, como diz ele, "na época em que as escolas públicas superavam em qualidade as particulares" – o que não era bem assim, pois sempre houve escolas particulares de ótimo nível. Minha primeira dúvida é a seguinte: seguindo-se a sua receita, de retorno às cartilhas, quadros negros e giz, conseguiremos preparar nossos jovens para o mundo moderno? Por exemplo, para sucederem o articulista no Instituto de Bioquímica Médica da UFRJ? Parece-me que o articulista entende que todas as áreas do conhecimento evoluem e é necessário que seus praticantes se especializem, exceto na pedagogia, para cujos problemas basta utilizar "modelos prontos [...] que podem ser resgatados", bastando "ajustar os parâmetros quantitativos no que concerne ao aumento populacional". E será que os modismos importados dos educadores de plantão não se aplicam aos bioquímicos de plantão?

A analogia com a evolução biológica, por sua vez, é falha. A afirmativa de que "em organismos ou sistemas muito bem adaptados ao ambiente, nenhuma mudança ocorre" não leva em conta que os ambientes (bióticos e abióticos) sempre se alteram. Alterações periódicas de curta duração, por exemplo, são responsáveis pelo fenômeno do polimorfismo balanceado descrito por Dobzhansky. Por fim, uma avaliação mais profunda da formação de intelectuais não pode ser baseada apenas na leitura de biografias, como qualquer estudante de história sabe. (...)

Fernando Dias de Avila Pires
Fiocruz e UFSC
Florianópolis, SC

Círculo virtuoso

Ao mesmo tempo em que desenvolvo o trabalho com a bolsa financiada pelo CNPq, no curso de ciência da computação da Unisc, busco aprofundar meus conhecimentos. Para isso muito contribui a *CH*, com suas matérias de elevado nível científico. Suponho que alguns articulistas desta revista tenham sido bolsistas, como sou hoje. Espero que o futuro traga a possibilidade de me tornar também um colaborador, realimentando um círculo virtuoso.

Fernando Konzen Kirch
Santa Cruz do Sul, RS

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

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

De volta às pontes de Königsberg



Marco Moriconi

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

Na coluna de dezembro passado (*CH* 233), resolvemos, com a ajuda do matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783), o problema das pontes de Königsberg. Para facilitar a linguagem, denominemos 'passeio euleriano' o caminho que passa, uma e somente uma vez, por todas as pontes do grafo, que em nosso exemplo anterior eram sete. Vamos agora completar o estudo dos passeios eulerianos em grafos.

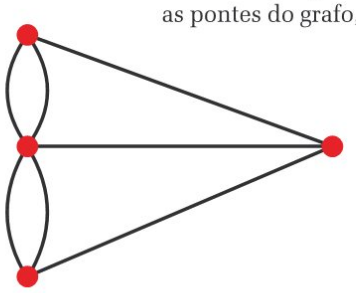


Figura 1

Naquela edição de *Ciência Hoje*, vimos que, em um grafo com quatro vértices no qual todos têm um número ímpar de linhas, não existe um passeio euleriano. Veja o grafo novamente (figura 1). É importante notar que há nele mais de três vértices com um número ímpar de linhas – o fato de esse número ser três ou cinco não é importante. O que vamos mostrar agora é: se todos os vértices de um grafo qualquer têm um número par de linhas, então sempre existe um passeio euleriano! Em outras palavras, você pode desenhar esse grafo sem tirar o lápis do papel, com um traço só.

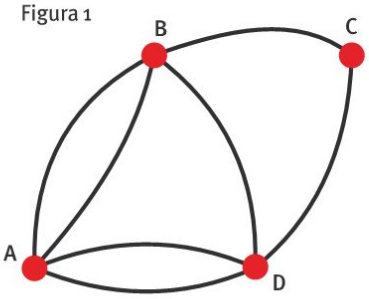


Figura 2

Nossa argumentação será por absurdo. Considere um grafo no qual todos os vértices têm um número par de linhas – um exemplo está na figura 2. Escolha um vértice qualquer e comece um passeio despreocupado, mas passando uma só vez por cada ponte.

Em algum momento, você passará por um vértice que já foi visitado (afinal, há um número finito deles no grafo). Isso significa que existe pelo menos um 'passeio fechado', quer dizer, um em que se volta ao ponto de partida. Certo, mas... ainda não provamos que há um passeio euleriano no grafo!

Considere, então, o passeio fechado mais longo que se pode dar nesse grafo. É importante perceber que esse passeio tem de existir, porque mostramos que existe um passeio fechado, e o comprimento máximo de um passeio é o de um caminho que passa por todas as pontes.

Se esse passeio de tamanho máximo percorrer todas as pontes, então esse é o nosso passeio euleriano e... bem, nosso problema está resolvido. Mas suponha que você não passou por todas as pontes (na figura 2, uma possibilidade é ABCDBA). Note que há pelo menos um dos vértices que você visitou (no caso, A e D) com pelo menos duas pontes que não foram percorridas. Como você 'entrou' e 'saiu' de cada vértice, foram usadas duas pontes de cada vez. E, como cada vértice tem um número par de pontes, sobrará um número par delas em cada vértice (no caso, duas em A e duas em D).

Façamos o seguinte agora. Apaguemos as pontes de nosso primeiro passeio (AB, BC, CD, DB e BA). Note que o grafo que sobra tem a mesma propriedade do grafo original: cada vértice nele tem um número par de pontes. Note também que dois vértices do grafo original permanecem: A e D. Podemos, então, refazer nossa brincadeira, partindo de um desses vértices e obtendo um passeio euleriano – por exemplo, ADA.

Aqui vem o 'pulo do gato': juntando esse passeio (ADA) com o passeio original (ABCDBA), obtemos uma caminhada mais longa que o caminho que supusemos ser o passeio fechado mais longo, pois, afinal de contas, adicionamos pelo menos mais duas pontes a ele! Assim, o caminho mais longo tem de ser, necessariamente, o caminho que passa por todas as pontes: um passeio euleriano. Como a única hipótese necessária em nosso argumento foi supor que todos os vértices têm um número par de linhas, isso mostra que, satisfeita essa propriedade, então sempre existirá um passeio euleriano no grafo!

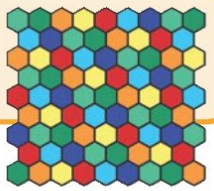
Por falar em voltar ao ponto de partida... Como este é o ano de Euler, aguardem, pois retornaremos mais vezes ao mestre! ■

DESAFIO

Mostre que há um passeio por todas as pontes em um grafo no qual só dois vértices têm um número ímpar de pontes, e todos os outros um número par, sendo que o passeio começa em um dos vértices ímpares e termina no outro.

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

A figura mostra uma solução. A simetria das cores é uma atração à parte.



PLUS (PLUS.MATHS.ORG)