Pesquisa FAPESP

OUTUBRO DE 2013 WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

ENVELHECIMENTO
Antibiótico aumenta longevidade do verme C. elegans

SEXISMO
Avanço da produção científica feminina ainda é lento

EMPREENDEDORISMO
Empresas juniores crescem nas universidades

ENTREVISTA
CARLOS PAZ
Um criador de memórias para computadores

Truques *recém-descobertos* da evolução

Ouvidoria: 0800 702 6307

INOVE, INVISTA, EMPREENDA.
PARA CRESCER E SE DESENVOLVER,
O BRASIL PODE CONTAR COM O BNDES.

Aprimorar processos, desenvolver tecnologias, fazer mais e melhor de uma maneira nova, tudo isso é inovação. E inovar é fundamental para a competitividade das empresas e o desenvolvimento do país. Por isso, o BNDES apoia a inovação nos mais diversos segmentos da economia. Não importa o tamanho da empresa: se o projeto é bom, gera emprego e melhora a vida dos brasileiros, ele pode ter o apoio do BNDES. Cresça, produza, exporte. Sua empresa pode contar com o BNDES.

Conheça histórias que já foram possíveis. Acesse: www.bndes.gov.br/contecombndes

BNDES *O banco nacional do desenvolvimento*

Ministério do **Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Vida às cegas

O bagrinho cego da Toca do Gonçalo, no município de Campo Formoso, na Bahia, alcança no máximo 6 centímetros. Não tem olhos nem pigmentos. É um peixe raríssimo, endêmico dessa caverna. "A espécie pertence ao gênero *Rhamdiopsis* e ainda não foi descrita, mas conseguimos incluí-la na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção, que está em fase de revisão", diz Eleonora Trajano, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP). O isolamento de populações do bagrinho por milhares de anos em ambientes subterrâneos preservou mutações que impedem a formação dos olhos e a produção de pigmentos. Essas mutações seriam incompatíveis com a vida fora de cavernas. O exemplar foi fotografado no laboratório de Eleonora pelo zoólogo norte-americano Danté Fenolio.

Imagem enviada por Eleonora Trajano, do IB-USP

Se você tiver uma imagem relacionada à sua pesquisa, envie para **imagempesquisa@fapesp.br**, com resolução de 300 dpi (15 cm de largura) ou com no mínimo 5 MB. Seu trabalho poderá ser selecionado pela revista.

OUTUBRO n.212

18

62

SEÇÕES

3 Fotolab
6 Cartas
7 Editorial
9 On-line
10 Dados e projetos
11 Boas práticas
12 Estratégias
14 Tecnociência
86 Memória
88 Arte
90 Conto
92 Resenhas
95 Carreiras
97 Classificados

CAPA
GABRIELA MACHADO
DETALHE DO DESENHO DA *SÉRIE SARAVÁ*
ACRÍLICA SOBRE PAPEL – 56 X 76 CM
2010
FOTO: MARIO GRISOLLI

CAPA

18 Plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes

ENTREVISTA

24 Carlos Paz de Araújo
Professor e empresário criador de memórias ferroelétricas para computadores fala da geração futura de semicondutores e sobre inovação

POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

32 Gênero
Pesquisa mostra que mulheres já publicam mais artigos, mas participação é lenta em algumas áreas e posições de prestígio

36 Produção científica
Novo indicador revela os países e as instituições que mais publicam em revistas do grupo Nature

39 Clima
Relatório do IPCC amplia grau de confiança sobre diagnóstico das mudanças climáticas

42 Internacionalização
FAPESP Week London mostra amadurecimento da cooperação entre a ciência de São Paulo e a do Reino Unido

CIÊNCIA

46 Fisiologia
Dieta rica em gorduras reduz a saciedade

50 Genética
Fármaco otimiza o funcionamento celular no verme *C. elegans*

54 Farmacologia
Metal presente em fármacos tem origem no vidro e pode prejudicar bebês prematuros e pacientes renais

56 Etologia
Rainha forasteira invade colmeia órfã e assume o comando das operárias

58 Especial Biota Educação VII
Alterações ambientais em pequena escala podem comprometer a conservação da floresta amazônica

62 Geologia
Falésias indicam que mar subiu cerca de 60 metros no Norte e no Nordeste entre 25 e 16 milhões de anos atrás

66 Estatística
Modelo proposto por físicos mostra que aleatoriedade é alta em campeonatos de pontos corridos

TECNOLOGIA

68 Empreendedorismo
Empresas juniores brasileiras faturaram R$ 8,5 milhões em 2011 com mais de 2 mil projetos

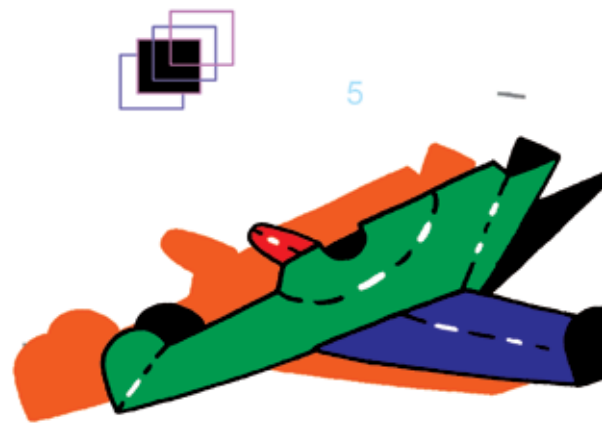
74 Pesquisa empresarial
Omnisys investe 20% da receita em P&D para desenvolver componentes de armamentos, satélites e radares

78 Química
Filamentos microscópicos combatem bactérias e fungos

80 Engenharia
Feixe de luz poderá ser usado para perfurar rochas em busca de minérios e petróleo

HUMANIDADES

82 Pintura no entreguerras
Coleção fundadora do MAC USP revela a importância da arte moderna italiana no Brasil



FAPESP
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

CELSO LAFER
PRESIDENTE

EDUARDO MOACYR KRIEGER
VICE-PRESIDENTE

CONSELHO SUPERIOR

ALEJANDRO SZANTO DE TOLEDO, CELSO LAFER, EDUARDO MOACYR KRIEGER, FERNANDO FERREIRA COSTA, HORÁCIO LAFER PIVA, HERMAN JACOBUS CORNELIS VOORWALD, JOÃO GRANDINO RODAS, MARIA JOSÉ SOARES MENDES GIANNINI, JOSÉ DE SOUZA MARTINS, PEDRO LUIZ BARREIROS PASSOS, SUELY VILELA SAMPAIO, YOSHIAKI NAKANO

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

JOSÉ ARANA VARELA
DIRETOR PRESIDENTE

CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ
DIRETOR CIENTÍFICO

JOAQUIM J. DE CAMARGO ENGLER
DIRETOR ADMINISTRATIVO

Pesquisa FAPESP
ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL
Carlos Henrique de Brito Cruz (*Presidente*), Caio Túlio Costa, Eugênio Bucci, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Marcelo Leite, Maria Hermínia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Maurício Tuffani, Mônica Teixeira

COMITÊ CIENTÍFICO
Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Adolpho José Melfi, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo Cesar Leão Marques, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Joaquim J. de Camargo Engler, José Arana Varela, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Luis Augusto Barbosa Cortez, Marcelo Knobel, Marie-Anne Van Sluys, Mário José Abdalla Saad, Marta Teresa da Silva Arretche, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner do Amaral, Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO
Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO Mariluce Moura

EDITOR CHEFE Neldson Marcolin

EDITORES Carlos Haag (*Humanidades*), Fabrício Marques (*Política*), Marcos de Oliveira (*Tecnologia*), Ricardo Zorzetto (*Ciência*); Carlos Fioravanti e Marcos Pivetta (*Editores especiais*); Bruno de Pierro e Dinorah Ereno (*Editores assistentes*)

REVISÃO Márcio Guimarães de Araújo, Margô Negro

ARTE Mayumi Okuyama (*Editora*). Ana Paula Campos (*Editora de infografia*), Maria Cecilia Felli e Alvaro Felippe Jr. (*Assistente*)

FOTÓGRAFOS Eduardo Cesar, Léo Ramos

MÍDIAS ELETRÔNICAS Fabrício Marques (*Coordenador*)

INTERNET ***Pesquisa FAPESP online***
Maria Guimarães (*Editora*)
Júlio Cesar Barros (*Editor assistente*)
Rodrigo de Oliveira Andrade (*Repórter*)

RÁDIO ***Pesquisa Brasil***
Biancamaria Binazzi (*Produtora*)

COLABORADORES Alexandre Affonso, Ana Lima, Cláudia Perrone-Moisés, Daniel Bueno, Daniel das Neves, Estevão Azevedo, Evanildo da Silveira, Francisco Bicudo, Gabriela Machado, Igor Zolnerkevic, Lauro Lisboa Garcia, Luiz Otávio Ferreira, Márcio Ferrari, Mari Zanetti, Valter Rodrigues (*Banco de Imagens*), Visca, Yuri Vasconcelos, Zé Vicente

É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS E FOTOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO

PARA FALAR COM A REDAÇÃO (11) 3087-4210
cartas@fapesp.br

PARA ANUNCIAR (11) 3087-4212 mpiliadis@fapesp.br
PARA ASSINAR (11) 3038-1434 e 3556-5204
fapesp@veganet.com.br

TIRAGEM 44.000 exemplares
IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica
DISTRIBUIÇÃO DINAP

GESTÃO ADMINISTRATIVA INSTITUTO UNIEMP
PESQUISA FAPESP Rua Joaquim Antunes, nº 727, 10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP
FAPESP Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901, Alto da Lapa, São Paulo-SP

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO · ANER www.aner.org.br · anatec www.anatec.org.br

CARTAS

cartas@fapesp.br

Revista

Fiquei entusiasmado com a quantidade de reportagens vibrantes de temas desenvolvidos por pesquisadores brasileiros. Muito bom. Começando pela entrevista com a Sílvia Brandalise (edição 211). Acho que o Brasil encontrou o seu caminho e vocês estão relatando isso de forma clara, interessante, vibrante. Parabéns.

Gonçalo Pereira
Instituto de Biologia/Unicamp
Campinas, SP

Leio via internet as reportagens e entrevistas produzidas pela *Agência FAPESP* e *Pesquisa FAPESP*. Tenho 16 anos, curso o ensino médio e quero fazer relações internacionais. A agência e a revista têm contribuído para a melhor compreensão dos temas contemporâneos mais importantes. O trabalho desenvolvido por elas tem importância para o meio acadêmico e também para a inclusão de jovens aos assuntos essenciais da vida cidadã.

Anderson de Andrade
São Paulo, SP

Os temas tratados em *Pesquisa FAPESP* vão de agroeconomia a zoologia, mas parece que nesse "A a Z" se perderam as ciências do esporte. Como professor de educação física e atleta, gostaria muito de ler sobre esse tema reportagens tão interessantes e plurais quanto as demais.

René G. Barreto
São Paulo, SP

Vanzolini e inovação

Paulo Vanzolini foi devidamente homenageado em duas reportagens na edição 208, mostrando sua importante contribuição como zoólogo em expedição à Amazônia ("Olhar aberto sobre a biodiversidade") e o deleite crítico de sua obra musical ("A liberdade do boêmio"). A dualidade desse já saudoso cientista-compositor (ou compositor-cientista, segundo a natureza humana de nossas atividades) é exemplo da convivência entre mundos díspares. E também o reflexo da possibilidade de usar a criatividade para superar desafios tecnológicos que se nos impõem, como as flutuações do estímulo à pesquisa em biocombustíveis, também retratada nessa edição da revista *Pesquisa FAPESP*. No texto sobre a participação industrial na produção de etanol de segunda geração em parceria com centros de pesquisa ("Do bagaço à inovação"), faltou mencionar as atividades do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), também em Campinas, que foi constituído com essa visão e expandiu muito suas parcerias industriais.

Adilson Roberto Gonçalves
Escola de Engenharia de Lorena/USP
Lorena, SP

Errata

A crise da média idade

Nos 50 anos das ciências da comunicação no país, não há consenso sobre estado da arte da pesquisa sobre o campo

Na matéria "A crise da média idade", publicada no número 211 (setembro/2013) de *Pesquisa FAPESP*, são atribuídas ao Prof. Dr. Wilson Gomes declarações sobre o estado atual da pesquisa em Ciências da Comunicação no Brasil. Após a distribuição da revista, foi constatado que o autor da matéria não ouviu o Prof. Wilson Gomes, mas retirou as frases que lhe atribuiu, sem seu conhecimento nem menção de fonte, de entrevista por ele concedida em 1999, relativa ao estado da pesquisa em Ciências da Comunicação no Brasil naquele momento. Trata-se de um erro grave, do qual nos desculpamos com o Prof. Wilson Gomes e com nossos leitores, que receberam uma informação errônea.

Cartas para esta revista devem ser enviadas para o e-mail **cartas@fapesp.br** ou para a rua Joaquim Antunes, 727, 10° andar - CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP. As cartas poderão ser resumidas por motivo de espaço e clareza.

Desdobramentos de uma grande teoria

Mariluce Moura
DIRETORA DE REDAÇÃO

Nem sempre o cruzamento entre indivíduos de uma (aparentemente) mesma espécie é possível. E mais: quando ele se mostra de todo impossível, talvez esteja a indicar que novas espécies estão surgindo a partir daquela matriz original. Ou, em outras palavras, a impossibilidade talvez seja sinal alvissareiro de que está em curso um fenômeno também conhecido por especiação. O mais excitante nessa história é que a alteração genética, às vezes sutil, na base desse fracasso do cruzamento que assinala o início da formação das novas espécies, não demandará milhares de anos nem mesmo séculos para se completar, como nos fariam crer os cânones clássicos da teoria da evolução de Darwin. É fenômeno observável em prazos curtíssimos, a se confirmar e manter os resultados dos estudos que deram substância à reportagem de capa desta edição de *Pesquisa FAPESP*, a cargo de nosso editor especial Carlos Fioravanti.

Penso que acompanhar os vários desdobramentos possíveis de uma teoria fascinante, quando mesmo seu conceito mais fundamental ainda não encontrou o terreno tranquilo do consenso – que é o que se dá com a noção de espécie –, tem gosto de aventura prazerosa pelos caminhos e descaminhos da construção do conhecimento científico. E só isso já justificaria o convite aos leitores para conferir o que nos dizem esses novos estudos brasileiros sobre especiação, a partir da página 18.

Há duas outras reportagens, ainda na seção de ciência, sobre as quais gostaria de chamar a atenção dos leitores, ambas relativas, de certo modo, ao desvendamento de processos fisiológicos que costumam despertar, compreensivelmente, nosso particular interesse. A primeira, com um recorte mais bioquímico, refere-se a estudos que descrevem como e porque uma dieta rica em gorduras, em lugar de produzir saciedade, termina por aumentar a fome. O texto, a partir da página 46, é assinado pela editora da *Pesquisa on-line*, Maria Guimarães, e pelo editor de ciência, Ricardo Zorzetto. A segunda, com uma ancoragem mais genética, trata de uma pesquisa que mostrou o efeito de um antibiótico na longevidade do já famoso verme *C. elegans*. A reportagem, a partir da página 50, também é trabalho de Carlos Fioravanti.

Eu gostaria ainda de destacar, na seção de tecnologia, primeiro a entrevista pingue-pongue do professor Carlos Paz de Araújo, um brasileiro de Natal que se mudou para os Estados Unidos e lá se transformou num pesquisador e empreendedor de sucesso no campo restrito dos produtores de memórias para computadores e outros dispositivos eletrônicos, além de professor. Elaborada pelo editor de tecnologia, Marcos de Oliveira, a entrevista que conta a trajetória desse engenheiro intrigado com "o futuro do futuro" pode ser lida a partir da página 24. E, por fim, chamo a atenção para reportagem muito elucidativa, elaborada pela editora assistente Dinorah Ereno, sobre as empresas juniores que vêm crescendo no ambiente das universidades brasileiras (*página 68*). E aqui se trata, sem dúvida, de um futuro pensado agora, como propõe o título da matéria.

Boa leitura!

LÉO RAMOS

O que a ciência brasileira produz você encontra aqui

As reportagens da **Pesquisa FAPESP** retratam a construção do conhecimento que será fundamental para o desenvolvimento do país. Acompanhe essa evolução sem perder nenhum movimento

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Pesquisa FAPESP

ON-LINE

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Exclusivo no *site*

Pesquisadores da Unifesp sequenciaram o genoma da *Leishmania amazonensis*, responsável pela leishmaniose cutânea, e chegaram a duas proteínas que explicariam como o protozoário coexiste com células que deveriam matá-lo. Essas proteínas também são produzidas pelo hospedeiro do parasita. A equipe obteve indícios de que elas imitam as proteínas do organismo infectado, conectando-se a componentes de seu arsenal imunológico, bloqueando sua ativação e silenciando a resposta inflamatória. O estudo foi publicado em julho na *DNA Research*.

O conhecimento de pescadores pode mensurar a degradação dos ecossistemas marinhos no Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, na Bahia. Num estudo publicado na *Fisheries Management and Ecology*, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina ouviram pescadores de diferentes idades sobre a conservação de espécies de peixes na região. Verificaram mudanças tanto na percepção dos pescadores sobre os impactos de suas atividades nesses ecossistemas quanto no tamanho dos peixes capturados por pescadores mais velhos em relação àqueles pescados por indivíduos mais jovens.

FERNANDO RÉAL / CNPQ

Imagem ampliada 7.500 vezes mostra bolsas (*vacúolos*) desenvolvidas pelo parasita (*vermelho*) dentro das células de defesa de camundongos (*cinza*)

Rádio

Queda de meteorito ocorrida há 250 milhões de anos no Brasil teria causado a maior extinção da Terra

Nas redes

Dex Geo_ Eu acredito assim como outros mineiros, meus conterrâneos, que se todos nós realmente quiséssemos faríamos do Brasil uma grande nação. Desejo muito sucesso a todos e bons voos. *(O voo do falcão)*

Diego Messias_ A produção científica no Brasil segue modelo semelhante ao dos países desenvolvidos, com destaque para medicina e disciplinas como biologia, física, botânica e zoologia. *(Vantagens comparativas)*

Josenilson de Lima_ A grande extinção que aconteceu no [período] permiano é um assunto dos mais curiosos dentro da paleobiologia. *(A estufa de Araguainha)*

Denis Wilson Barbosa_ Sim, o Brasil também tem história e pré-história. *(Meteorito no Piauí)*

Carol Neuber_ É simplesmente sensacional esse artigo. *(Quando tomba o guardião)*

Leticia Strehl_ Felizmente, a consciência da importância do acesso aberto está se fortalecendo! *(programa de rádio* Pesquisa Brasil *exibido em 27/9/2013)*

Vídeo do mês

Biota-FAPESP aborda um dos ecossistemas mais degradados do país, a mata atlântica

YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP

Assista ao vídeo:

DADOS E PROJETOS

TEMÁTICOS E JOVEM PESQUISADOR RECENTES

Projetos contratados em agosto e setembro de 2013

TEMÁTICOS

Manipulação de colisões atômicas em armadilhas ópticas
Pesquisador responsável: Luís Gustavo Marcassa
Instituição: Instituto de Física de São Carlos/USP
Processo: 2013/02816-8
Vigência: 01/09/2013 a 31/08/2017

Estruturas combinatórias, otimização e algoritmos em teoria da computação
Pesquisador responsável: Carlos Eduardo Ferreira
Instituição: Instituto de Matemática e Estatística/USP
Processo: 2013/03447-6
Vigência: 01/08/2013 a 31/07/2017

Brasil, as Américas e o mundo – Opinião pública e política externa 2013
Pesquisadora responsável: Maria Hermínia Brandão Tavares de Almeida
Instituição: Instituto de Relações Internacionais/USP
Processo: 2013/04495-4
Vigência: 01/09/2013 a 31/08/2017

Métodos computacionais de otimização
Pesquisadora responsável: Sandra Augusta Santos
Instituição: Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica/Unicamp
Processo: 2013/05475-7
Vigência: 01/10/2013 a 30/09/2018

Mecânica estatística de sistemas dissipativos (group homepage: www.ifi.unicamp.br/~aurea)
Pesquisador responsável: Roberto Luzzi
Instituição: Instituto de Física Gleb Wataghin/Unicamp
Processo: 2013/50231-9
Vigência: 01/08/2013 a 31/07/2017

Dimensions US-Biota São Paulo: integrando disciplinas para a predição da biodiversidade da floresta atlântica no Brasil
Pesquisadora responsável: Cristina Yumi Miyaki
Instituição: Instituto de Biociências/USP
Processo: 2013/50297-0
Vigência: 01/09/2013 a 31/08/2018

JOVEM PESQUISADOR

Aproveitamento de resíduos lignocelulósicos e de glicerol para preparação de carvões com propriedades ácidas
Pesquisadora responsável: Maraísa Gonçalves
Instituição: Centro de Ciências Naturais e Humanas/UFABC
Processo: 2011/22264-4
Vigência: 01/08/2013 a 31/07/2016

Desenvolvimento de glicoconjugados de mucinas com aplicações diagnósticas e terapêuticas em distrofias musculares e câncer
Pesquisadora responsável: Vanessa Leiria Campo
Instituição: Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP
Processo: 2012/19390-0
Vigência: 01/01/2014 a 31/12/2017

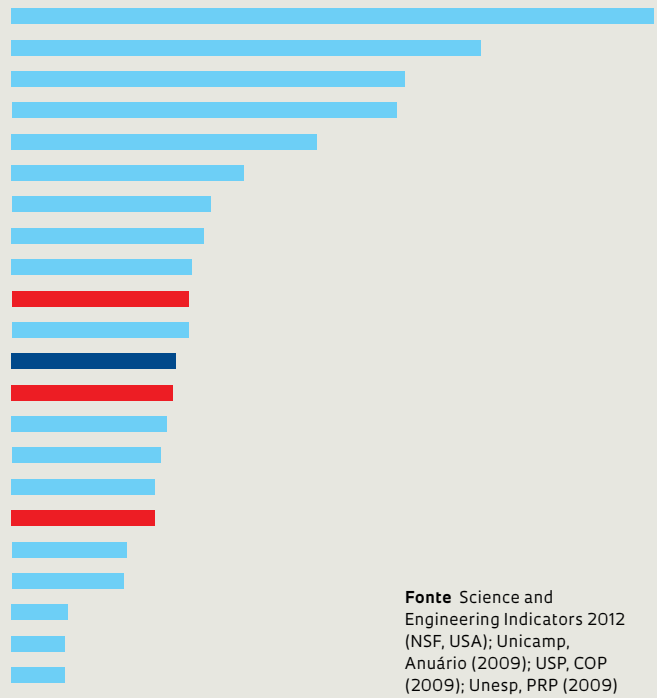
Escitalopram e estimulação transcraniana por corrente contínua no transtorno depressivo maior: um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, placebo-controlado de não inferioridade
Pesquisador responsável: Andre Russowsky Brunoni
Instituição: Hospital Universitário/USP
Processo: 2012/20911-5
Vigência: 01/10/2013 a 30/09/2017

Receptores ativados por proteases (pars) no complexo dentina-polpa: identificação, modulação e sinalização celular durante o desenvolvimento da doença cárie
Pesquisador responsável: Fabio Dupart Nascimento
Instituição: Uniban
Processo: 2013/05822-9
Vigência: 01/08/2013 a 31/07/2017

Investimento privado

Porcentagem do dispêndio em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em universidades financiada por empresas (2009) nas 18 universidades dos EUA com maior receita de empresas e nas três estaduais paulistas

UNIVERSIDADE	%
Universidade Duke	22,9
Universidade Estadual de Ohio	16,8
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	14,0
Universidade Estadual da Pensilvânia	13,7
Universidade da Califórnia (Berkeley)	10,9
Universidade Stanford	8,2
Universidade da Califórnia (San Diego)	7,1
Universidade da Califórnia (San Francisco)	6,9
Universidade da Pensilvânia	6,5
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	6,3
Universidade do Colorado	6,2
Todas as universidades dos EUA	5,8
Universidade Estadual Paulista (Unesp)	5,7
Universidade Texas A&M	5,5
Universidade da Califórnia (Los Angeles)	5,3
Universidade da Califórnia (Davis)	5,1
Universidade de São Paulo (USP)	5,1
Universidade de Michigan	4,1
Universidade Cornell	4,0
Universidade Johns Hopkins	2,0
Universidade de Wisconsin-Madison	1,9
Universidade da Carolina do Norte (Chapel Hill)	1,9



Fonte Science and Engineering Indicators 2012 (NSF, USA); Unicamp, Anuário (2009); USP, COP (2009); Unesp, PRP (2009)

BOAS PRÁTICAS

Um *paper* com autores fictícios

DANIEL BUENO

Um artigo científico que trouxe resultados robustos envolvendo um estudo sobre obesidade foi escrito por pesquisadores que não existem. Ninguém conhece os cinco autores na instituição que supostamente os abrigaria, a Escola de Ciências Médicas da Universidade de Tessália, na Grécia, assim como não há nenhuma referência sobre eles na literatura médica ou no cadastro de agências de fomento. O *paper*, publicado em julho na revista *Biochemical and Biophysical Research Communications* (*BBRC*), da editora Elsevier, foi prontamente retirado da base de dados da revista, mas não é aquele tipo de brincadeira já feita várias vezes, em que artigos de conteúdo falso são encaminhados para publicação apenas para mostrar pontos fracos nos processos de edição e de avaliação por pares em periódicos pouco rigorosos.

Por incrível que pareça, são consistentes os resultados do *paper* em questão: a constatação de que a expressão exagerada de duas proteínas nas células de gordura produz melhorias em processos metabólicos relacionados ao diabetes e à obesidade em ratos. Bruce Spiegelman, biólogo do Dana-Farber Cancer Institute em Boston, ligado à Universidade Harvard, chegara recentemente a esses resultados e os havia apresentado em seis simpósios.

Preparava-se, agora, para submetê-los a uma revista científica. Segundo disse à revista *Nature*, ele acredita que a fraude foi tramada para frustrar a publicação do seu trabalho, que perderia o ineditismo, e para prejudicar uma empresa que desenvolve tratamentos para doenças metabólicas da qual é cofundador. Spiegelman achou o artigo suspeito assim que o viu, porque há pouca gente no mundo estudando o assunto e os achados eram idênticos aos que obtivera. No dia 20 de julho, mandou um *e-mail* ao editor da revista, Ernesto Carafoli. Alertou que não encontrara nenhuma outra referência sobre os autores e que o *e-mail* usado pelo autor correspondente era privado, e não vinculado a alguma instituição acadêmica. Carafoli, professor de bioquímica da Universidade de Pádua, na Itália, foi averiguar e constatou a falsificação. "Mas o artigo era impecável e quem o escreveu é, evidentemente, um pesquisador", defende-se Carafoli.

O editor da *BBRC* justifica a confusão pelo fato de o sobrenome do autor principal, Vezyraki, ser o mesmo de um conhecido pesquisador sobre obesidade na Grécia, cujo primeiro nome, contudo, é Patra, e não Alkistis, o fantasma do *paper*. Em nota enviada à revista *Nature*, a editora Elsevier admite que foi alvo de um esquema fraudulento e informa que está aprofundando a investigação para avaliar se se tratou de um crime praticado pela internet, como parece ser.

Duplicados mas não removidos

Mario Malički, pesquisador da Universidade de Split, na Croácia, apresentou um estudo no mês passado, num congresso sobre avaliação por pares realizado em Chicago, em que rastreou o destino de artigos duplicados, aqueles cujos resultados foram divulgados em mais de um periódico num tipo de má conduta que busca inflar a produtividade do autor. Malički e seu grupo cruzaram o cadastro de 1.011 artigos considerados duplicados pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos com os registros de investigações sobre duplicações realizadas por revistas científicas. Chegaram a um conjunto de 175 *papers* cujos achados foram publicados pelo menos duas vezes. Descobriram que apenas 23 artigos desse universo foram retirados pelos periódicos que os publicaram. Os demais permaneceram nas revistas. "Se esses artigos são casos de má conduta, por que não removê-los?", perguntou Malički no evento, segundo o *blog Science Insider*, da revista *Science*. Elizabeth Wager, ex-presidente do Comitê de Ética em Publicações (Cope), sediado no Reino Unido, se disse surpresa. "Os editores de revistas científicas devem ser os responsáveis por limpar essa bagunça", afirmou.

ESTRATÉGIAS

Quinze anos de SciELO

Uma conferência internacional vai marcar o 15º aniversário da biblioteca eletrônica SciELO, programa especial da FAPESP criado em 1997 que hoje reúne mais de 240 publicações científicas em vários campos do conhecimento, gerando uma média mensal de 36 milhões de *downloads* de artigos – de forma aberta e gratuita. Entre os dias 22 e 25 de outubro, pesquisadores de vários países vão se reunir no Hotel Intercontinental, em São Paulo, para debater temas como as políticas de pesquisa e de comunicação científica, as tendências e o estado atual do acesso aberto a publicações científicas, e as medidas da qualidade de pesquisas e artigos. Outro tópico serão as inovações da comunicação científica, incluindo as funções de redes sociais como Academia.edu, Mendeley e ResearchGate, e o futuro do Google como plataforma de busca de conteúdos acadêmicos. A conferência de abertura será feita pelo pesquisador na área de genética Mark Patterson, ex-editor da revista *Trends in Genetics*, que participou do lançamento do conjunto de periódicos *Nature Reviews*, especializados em artigos de revisão em vários campos do conhecimento. Em 2003 foi diretor dos periódicos da Public Library of Science (PLoS), que são exemplos de publicações com acesso aberto e impacto significativo. Atualmente dirige o eLife, periódico de acesso aberto que publica avanços em ciências da vida e biomedicina, sem custos para os autores. Entre os conferencistas, há nomes como Isidro Aguillo, do Cybermetrics Lab, ligado ao Consejo Superior de Investigaciones Científicas da Espanha; Jean-Claude Guédon, da Universidade de Montreal, Jianhui Li, da Academia Chinesa de Ciências, e o diretor científico da FAPESP, Carlos Henrique de Brito Cruz. Mais informações podem ser obtidas no endereço www.scielo15.org.br.

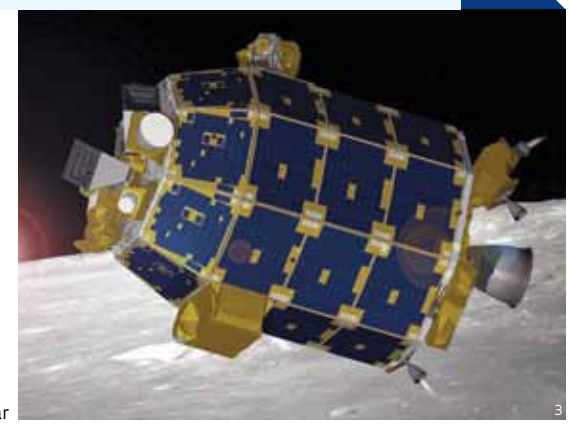
Elena Cattaneo é cumprimentada pelo presidente Napolitano (*alto*); Carlo Rubbia (*no detalhe*)

Senadores vitalícios

Carlo Rubbia, 79 anos, vencedor do Nobel de Física, e a neurobiologista Elena Cattaneo, 50, especialista em células-tronco, foram nomeados senadores vitalícios pelo presidente da Itália, Giorgio Napolitano. Cada presidente italiano tem o direito de nomear até cinco senadores vitalícios, por suas realizações nos campos social, científico, artístico ou literário, mas não é muito comum que pesquisadores sejam escolhidos. Rubbia dividiu o Nobel de 1984 com o holandês Simon van der Meer (1925-2011) pela descoberta dos bósons W e Z, partículas transportadoras da chamada interação fraca. Entre 1989 e 1993, foi diretor do Cern, sigla para Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear. Elena Cattaneo é formada em farmácia, com especialização no Massachusetts Institute of Technology (MIT), onde trabalhou por três anos. Dirige um laboratório da Universidade de Milão para a pesquisa com células-tronco em doenças neurodegenerativas e, recentemente, combateu uma terapia de células-tronco de eficiência não comprovada, o método Stamina, que recebeu financiamento do Parlamento italiano em maio. Antes dela, apenas duas mulheres foram nomeadas senadoras vitalícias: Camila Ravera (1889-1988), fundadora do Partido Comunista Italiano, e a neurologista Rita Levi-Montalcini (1909-2012), vencedora do Nobel de Medicina de 1986. Além de Carlo Rubbia e Elena Cattaneo, foram nomeados senadores o arquiteto Renzo Piano, 75 anos, cuja obra mais conhecida é o Centro Georges Pompidou, em Paris, e o maestro Claudio Abbado, 80 anos.

Em busca da poeira da Lua

A Nasa não tem planos de enviar missões tripuladas para a Lua – os últimos astronautas estiveram lá, numa nave Apollo, em 1972. A proximidade com a Terra, contudo, torna o satélite natural um alvo privilegiado para missões científicas. No dia 6 de setembro foi ao espaço a sonda Lunar Atmosphere and Dust Ambiente Explorer, da Nasa. Com 383 quilos de peso, coletará dados sobre a estrutura e a composição química da atmosfera lunar. O objetivo é recolher poeira e moléculas gasosas, procurando silício, magnésio e outros elementos oriundos das rochas lunares. Os pesquisadores esperam que os dados ajudem a explicar o brilho observado acima do horizonte da Lua logo antes do nascer do Sol pelas missões dos anos 1960. Também esperam que o estudo das características da atmosfera lunar ajude a entender outros objetos do sistema solar, como o planeta Mercúrio ou grandes asteroides. A sonda permanecerá um período bem acima da superfície lunar realizando testes. Só por volta de novembro iniciará sua missão de estudo da atmosfera, que deve durar 100 dias. No ano que vem, um módulo não tripulado deve aterrissar na Lua, dessa vez enviado pela China.



A sonda da Nasa: coleta de material e estudo da atmosfera lunar

Coleção reunida no Butantan

O Instituto Butantan inaugurou seu Laboratório Especial de Coleções Zoológicas (LECZ). O edifício reunirá os acervos de espécimes de répteis, anfíbios, aracnídeos e insetos da instituição.
O investimento é de R$ 5,5 milhões, dos quais R$ 2,5 milhões foram financiados pela FAPESP para adequação de instalações e compra de equipamentos. O antigo prédio que abrigava as coleções foi atingido por um incêndio em 2010, que causou a perda de 80% do acervo de serpentes e de várias espécimes de aracnídeos. O novo edifício, com 1,6 mil metros quadrados, tem dois andares e conta com sistemas de prevenção de incêndio e de escoamento de líquidos inflamáveis externo à edificação.
As coleções estão sendo acondicionadas em estantes de ferro de correr – como as de bibliotecas. A expectativa é que, quando estiverem completas, reúnam 620 mil exemplares de animais, sendo 400 mil aracnídeos, 150 mil acaris (como ácaros e carrapatos), 50 mil miriápodes (como lacraias) e 20 mil serpentes. "Estamos colocando os exemplares nas coleções, revendo espécime por espécime e recatalogando para que possamos fazer ações específicas de busca [de novos exemplares]", disse à *Agência FAPESP* Jorge Kalil, diretor do Instituto Butantan.

Espécies da coleção do Butantan: proteção contra incêndio

Krieger é reconduzido

Eduardo Moacyr Krieger, professor emérito da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), foi reconduzido à vice-presidência da FAPESP pelo governador de São Paulo, Geraldo Alckmin. A nomeação foi publicada no *Diário Oficial do Estado de São Paulo* de 27 de setembro de 2013. Krieger, que coordena o Programa de Cardiologia Translacional do Instituto do Coração (InCor), ocupa a vice-presidência da Fundação desde 2010, e desde 2007 faz parte do Conselho Superior da FAPESP. Formado em medicina pela Faculdade de Medicina de Porto Alegre em 1953, foi presidente da Academia Brasileira de Ciências, da Sociedade Brasileira de Fisiologia e da Federação das Sociedades de Biologia Experimental. Também esteve à frente da Inter-American Society of Hypertension e da Sociedade Brasileira de Hipertensão. Krieger foi pioneiro na utilização do rato como modelo para estudos de regulação da pressão arterial no sono e no exercício. Entre os prêmios e condecorações que recebeu estão a Ordem Nacional do Mérito Científico, a TWAS Medal Lectures, da Academia de Ciências para o Mundo em Desenvolvimento, o Prêmio Almirante Álvaro Alberto e a Medalha da Ordem do Mérito Médico 2010.

FOTOS 1 E 2 MARKUS PÖSSEL 3 NASA 4 EDSON LOPES JR. ILUSTRAÇÃO DANIEL BUENO

TECNOCIÊNCIA

“Cuidado, gavião na árvore”

Enquanto se movem pelas árvores da mata atlântica, os guigós se comunicam o tempo todo com o resto do bando. Os que vão à frente emitem guinchos e sons parecidos com um piado indicando a direção a seguir e a presença de ameaça. Agora se sabe que esses chamados de alerta podem conter dois tipos de informação. “As vocalizações dos guigós indicam o tipo de predador e sua localização”, conta Cristiane Cäsar, bióloga da PUC de Minas Gerais. Por três anos, ela acompanhou cinco bandos de guigós na serra do Caraça, em Minas, e usou exemplares empalhados de dois predadores – o carcará e o gato-do-mato – para estudar a comunicação dos macacos. Nas trilhas dos guigós ela colocava o gato-do-mato ora no chão, onde costuma ser encontrado, ora nas árvores, onde os macacos estão menos habituados a vê-los. E fez o mesmo com o gavião. De uma tenda camuflada, ela gravou os chamados e viu que os macacos emitem vocalizações diferentes, ambas agudas e breves, uma para o gavião na árvore e outra para o gato-do-mato no chão. Com o felino na árvore e o gavião no chão, os chamados mudam. Os guigós intercalam a vocalização indicando a ave com a do predador de solo para avisar que há um carcará no chão. Com o gato-do-mato nas árvores, o chamado começa com um piado que indica ameaça no alto, seguido dos que definem o predador (*Biology Letters*, setembro). “É a primeira vez que se vê essa habilidade em primatas neotropicais”, diz.

Guigó: vocalizações indicam tanto o tipo quanto a localização do predador

1

A dopamina e o imediatismo

Uma variação pontual em um gene que ajuda a regular a quantidade de dopamina no cérebro parece influenciar um aspecto específico da impulsividade, relacionado à tomada de decisões. Esse gene guarda a receita da enzima que degrada a dopamina e existe em duas versões: uma gera uma enzima mais ativa e outra uma enzima menos eficaz. Analisando o desempenho de pessoas saudáveis em dois testes neuropsicológicos, pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) verificaram que as pessoas com duas cópias do alelo que fabrica a enzima menos ativa se saíram pior em uma tarefa que avalia a capacidade de tomar decisões considerando-se as consequências de longo prazo – a chamada impulsividade ligada à tomada de decisão. Em um dos testes, Leandro Malloy-Diniz submeteu os 192 participantes do estudo a um jogo virtual em que ganhavam ou perdiam dinheiro ao escolher cartas de baralho distribuídas em quatro montes. Antes de começar o jogo, o pesquisador informava que alguns montes eram mais rentáveis do que outros. As cartas de certos montes davam mais lucro, mas também causavam perdas maiores, enquanto as de outros geravam ganhos mais modestos e prejuízos menores. Quem produzia a enzima menos eficiente – e tinha níveis mais altos de dopamina – se saía pior nessa tarefa, mas não em outra que mediu a capacidade de manter a atenção em uma atividade e a habilidade de inibir determinada resposta motora (*PLoS One*, 10 de setembro). “Esses resultados reforçam a hipótese de que diferentes aspectos da impulsividade são independentes e derivam de bases neurobiológicas distintas”, escreveram os pesquisadores.

Fonte de aminoácidos

A queda de um cometa de gelo em um planeta rochoso como a Terra pode ter gerado, num ambiente primitivo, os primeiros aminoácidos, moléculas que compõem as proteínas. Do mesmo modo, o impacto de um cometa rochoso em uma superfície congelada como a de Encélado, uma das luas de Saturno, ou na lua Europa, de Júpiter, também seria capaz de produzir aminoácidos. Basta que a colisão libere muita energia em um ambiente com a composição adequada. Em testes de laboratório, pesquisadores da Inglaterra e dos Estados Unidos demonstraram que a energia liberada pelo choque de um corpo celeste é suficiente para transformar moléculas como as de água, gás carbônico e nitrogênio em outras mais complexas, como as dos aminoácidos. Na Universidade de Kent, Inglaterra, Zita Martins e Mark Price usaram equipamento especial para disparar um projétil de aço a mais de 25 mil quilômetros por hora contra um bloco de gelo de composição semelhante à dos cometas. Assim, eles obtiveram aminoácidos como a alanina (*Nature Geoscience*, 15 de setembro). Para eles, esse mecanismo pode ter gerado moléculas orgânicas complexas na Terra entre 4,5 bilhões e 3,8 bilhões de anos atrás. "O trabalho mostrou que os blocos básicos da vida podem aparecer em qualquer lugar do sistema solar ou além", disse Zita em um comunicado à imprensa. "Esse é o primeiro passo rumo à formação da vida", completou Price.

2

Cometas como o ISON podem gerar aminoácidos ao se chocar com luas e planetas

Uma constante em mudança

A constante gravitacional varia com o tempo? Uma nova medição desse número que influencia a força de atração entre os corpos reacendeu a questão, que interessa aos físicos, em especial aos que estudam a evolução do Universo. A força de atração entre dois corpos é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. A chamada constante da gravitação universal (G) entra na equação e determina a magnitude dessa força. Seu valor oficial de 6,67384 ± 0,00080 x 10^{-11} m^3 $kg^{-1}s^{-2}$ foi calculado pelo Comitê de Dados para Ciência e Tecnologia a partir de uma média das medições feitas até 2010. Agora a equipe de Terry Quinn, do Bureau Internacional de Pesos e Medidas, na França, determinou G com uma precisão recorde. Usando métodos independentes, chegou ao valor de 6,67545 ± 0,00018 x 10^{-11} m^3 $kg^{-1}s^{-2}$ (*PRL*, 5 de setembro). Ele é 240 milionésimos superior ao oficial e coincide com o de outra medição, feita em 2001 pelo grupo de Quinn. Os próprios autores suspeitam de algum erro que não conseguiram encontrar. Alguns físicos teóricos torcem para que G não seja mesmo constante. Uma gravidade oscilante poderia explicar a misteriosa energia escura, que acelera a expansão do Universo.

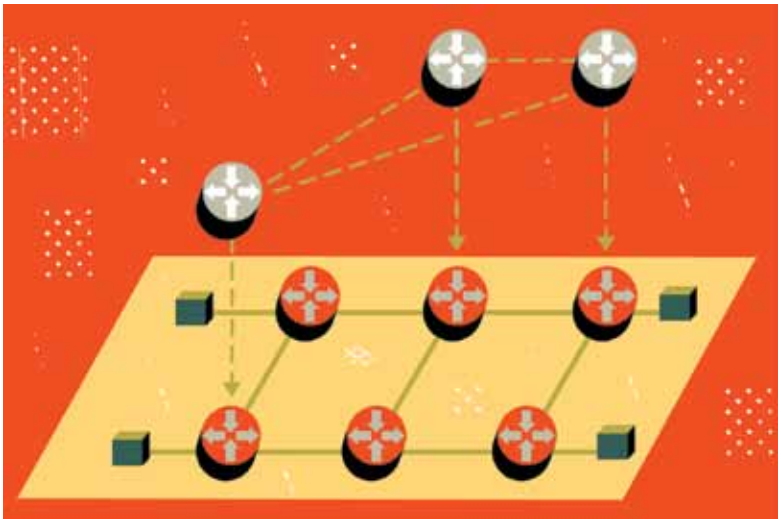
Mapa em 3D da cidade de Roma no ano de 360 d.C.: ruas e monumentos

3

Arqueologia cibernética

O ensino de história vai se tornar mais abrangente e interativo quando começarem a adentrar nas salas de aula ferramentas computacionais como o Roma 360, um aplicativo que traz o mapa em tecnologia 3 D da cidade italiana no ano de 360 d.C. Desenvolvido pelo Laboratório de Arqueologia Romana Provincial (Larp) do Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE) da Universidade de São Paulo (USP), o *software* mostra com informações na tela as ruas, os templos e os monumentos como o Coliseu, o Circo Máximo, um lugar de corrida de bigas, a Basílica de Constantino e os templos de Vênus e Júpiter, além de piscinas públicas chamadas de banho romano. O mapa foi composto a partir do atlas histórico de 1923 do norte-americano William Shepherd. "Desde o início dos trabalhos já pensávamos em fazer um material didático que poderia ser usado desde as primeiras séries do ensino fundamental até a universidade", diz Alex Martire, doutorando financiado pela FAPESP em ciberarqueologia, área que utiliza a realidade virtual na arqueologia. O aplicativo pode ser acessado no *site* do Larp (www.larp.mae.usp.br). Sob a coordenação da professora Maria Isabel Fleming, o grupo finaliza outra maquete eletrônica, agora mostrando o interior de uma casa romana antiga, chamada *domus*.

FOTOS 1 ANA COTTA / WIKIMEDIA COMMONS **2** NASA, ESA, THE HUBBLE HERITAGE TEAM (STSCI/AURA) **3** LARP-MAE / USP **ILUSTRAÇÃO** DANIEL BUENO



Filtro verde remove metal

O pó das folhas de mamona (*Ricinus communis*) foi usado com sucesso como filtro para remover metais pesados de águas de efluentes industriais.
O experimento foi realizado no Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (IB-Unesp) na cidade de Araraquara.
"A mamona é rica em proteína e por isso é usada na alimentação animal. Ao analisarmos essas proteínas pensamos em usar como filtro e acabou dando certo", diz Gustavo Castro, professor do IB-Unesp e coordenador do estudo que contou também com pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). "As folhas secas e moídas da planta, depois de lavadas em água e álcool, foram capazes de adsorver cádmio, chumbo, mercúrio, cobre e zinco", revela Castro, que publicou um artigo científico sobre o experimento na revista *Applied Surface Science* (julho de 2013).
O processo de adsorção significa neste caso que os metais ficaram retidos na superfície do filtro de mamona por meio de uma interação química.
A única exigência do novo filtro é que o pH da água esteja em 6, o que pode ser feito facilmente com produtos químicos.
Além de ser um material simples e de baixo custo, ele também pode ser reutilizado por até 18 vezes, e por ser orgânico é de fácil descarte.

Mapa de rede virtual

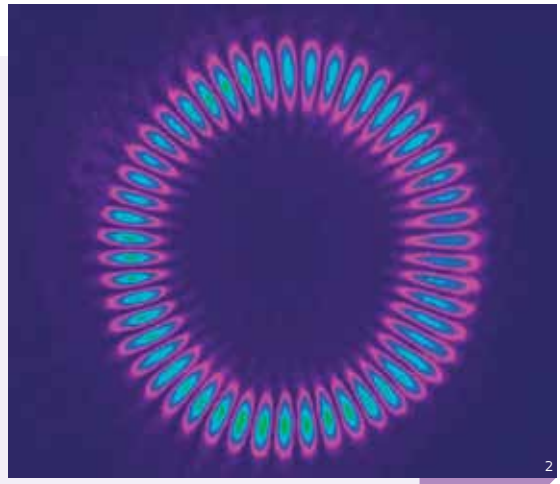
Um novo conjunto de regras operacionais vai tornar mais fácil o mapeamento de redes virtuais de computadores.
No formato de algoritmos, eles foram elaborados por um grupo de pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Universidade de São Paulo (USP).
"A virtualização permite a criação de várias redes virtuais isoladas sobre um mesmo conjunto de roteadores da internet", diz Gustavo Alkmim, doutorando do Instituto de Computação da Unicamp que tem como orientador o professor Nelson da Fonseca.
A virtualização ocorre quando parte dos recursos de um computador é isolada por meio de *softwares* específicos para a criação de computadores virtuais. Com a virtualização de redes inteiras é possível fazer experimentos e escolher serviços específicos como nível de segurança, quantidade de recursos necessários para uma tarefa e ter proteção contra falhas. Alkmim dá um exemplo de como o seu trabalho poderá ser útil no mundo das redes virtuais.
"Um exemplo prático é o de uma empresa de computação em nuvem [remota] que possui um cliente que deseja alugar vários computadores virtuais conectados à rede. Escolher a melhor forma de mapear os recursos da rede física para cada elemento da rede virtual permite à empresa dar suporte a mais clientes e de forma mais rápida, tornando o negócio mais rentável", diz Alkmim.
O trabalho do grupo foi publicado na revista *Journal of Internet Services and Applications* (Janeiro de 2013) e a dissertação de Alkmim sobre o mesmo tema foi escolhida como a terceira melhor na Conferência Latino-americana de Informática (Clei), realizada no início deste mês de outubro na Venezuela.

Dupla camada

A imagem ao lado, obtida pela sonda Mars Reconaissance Orbiter em agosto, mostra dunas formadas por dois tipos de sedimentos no Labirinto da Noite, em Marte. Os mais claros compõem cadeias de dunas estáveis, formadas em longos períodos ou no passado distante, quando a atmosfera marciana era diferente. Mais jovens, as dunas escuras estão ativas e são formadas por sedimentos cujos fragmentos têm origem vulcânica.

Laser digital na África do Sul

A digitalização chegou aos lasers. Uma equipe sul-africana desenvolveu um novo aparato para formatar e controlar o feixe de laser dispensando lentes e dispositivos ópticos. O invento que foi descrito na revista *Nature Communications* de 2 de agosto foi elaborado por pesquisadores do Centro Nacional de Laser do Conselho Sul-africano de Pesquisa Científica e Industrial (Csir) e da Universidade de KwaZulu-Natal, ambos da África do Sul. Eles utilizaram uma tela de cristal líquido (LCD), semelhante aos televisores, para projetar e controlar o feixe de luz. Por meio de seleção de imagens dentro do LCD a saída do laser ganha formatos e propriedades diferentes. "Nós mostramos que enviando uma imagem adequada para o LCD instalado no interior do laser qualquer forma de feixe pode ser criada. Esse é um significativo avanço em relação ao tradicional controle do feixe que requer dispendiosos instrumentos ópticos e realinhamento do dispositivo para cada mudança de feixe de laser", disse o professor Andrew Forbes, líder do grupo que desenvolveu o novo sistema, em comunicado do Csir. Os pesquisadores acreditam que a nova tecnologia de controle das formas de feixe de laser, chamada de digital laser, poderá trazer muitas aplicações em áreas como comunicação óptica e medicina, a um preço mais vantajoso em relação à tecnologia atual.



Imagens projetadas por uma tela LCD dentro do laser molda a forma do feixe

Computador de nanotubos

Um computador com circuitos de transistores feitos de nanotubos de carbono em vez de silício. Foi isso que pesquisadores da Universidade Stanford, nos Estados Unidos, apresentaram na *Nature* em 26 de setembro. Essas nanoestruturas cilíndricas, compostas por uma única folha de átomos de carbono, têm potencial para superar o silício no gasto de energia e no desempenho computacional pelas suas propriedades elétricas, físicas e térmicas.
O que os pesquisadores de Stanford, liderados por Max Shulaker, conseguiram foi alinhar os nanotubos sobre substratos de quartzo como os circuitos atuais e os deixaram livres de partículas metálicas contaminantes que poderiam prejudicar os *chips*. O pequeno computador têm 178 transistores, sendo que cada um é composto por 10 a 200 nanotubos de carbono.

A vida que brota das rochas

A maior concentração de algas calcárias formadoras de rodolitos no mundo abastece o Atlântico Sul com uma enorme diversidade de vida marinha, nutrientes e energia, segundo estudo recente (*ISME Journal*, 29 de agosto). Localizadas no banco dos Abrolhos, entre o sul da Bahia e o norte do Espírito Santo, as camadas de nódulos calcários formadas ao longo de milênios por essas algas cobrem uma área de quase 21 mil quilômetros quadrados da plataforma continental. O estudo coordenado por Fabiano Thompson e Rodrigo Moura, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Gilberto Amado Filho, do Jardim Botânico do Rio, contou com a ajuda de mais 11 pesquisadores do Brasil e do Japão e procurou entender o papel ecológico dos rodolitos e dos organismos que habitam essas estruturas.
"Os rodolitos atuam como um condomínio para a vida marinha, oferecendo abrigo para larvas e juvenis de cnidários, nematoides, moluscos e artrópodes", explica Thompson. "Eles funcionam como uma fonte fertilizadora contínua para o oceano."
O estudo sugere ainda que diversos microrganismos associados aos rodolitos ajudam as algas a produzir calcário a partir do carbono e do cálcio dissolvidos na água do mar. Medindo a atividade de fotossíntese das algas, os pesquisadores estimaram que esse banco de rodolitos produz 565 mil toneladas de carbono orgânico todos os dias (a massa de 3 mil baleias-jubarte).
Em créditos de carbono, isso corresponderia a US$ 500 bilhões por dia. Esse ecossistema, porém, corre o risco de encolher por causa da exploração mineral e da acidificação dos oceanos.

Pesquisadores em atividade de campo no banco de rodolitos de Abrolhos

FOTOS **1** NASA / JPL / UNIVERSIDADE DO ARIZONA **2** CSIR **3** RICARDO LEÃO DE MOURA / UFRJ **ILUSTRAÇÃO** DANIEL BUENO

Os primeiros passos de **novas espécies**

Plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes

Carlos Fioravanti

Orquídeas de flores róseas, ainda consideradas da mesma espécie, vivem em dunas próximas às praias de Marambaia, no Rio de Janeiro, e de Alcobaça, na Bahia. Embora estejam separadas por 900 quilômetros (km), deveriam gerar sementes se um dia suas células reprodutivas se encontrassem. No entanto, nenhum embrião se formou após a polinização entre plantas das duas localidades induzida por botânicos em São Paulo. Outros representantes da mesma espécie de orquídea, *Epidendrum denticulatum*, dos cerrados de Itirapina, em São Paulo, e de Peti, em Minas Gerais, também já deram as costas uns para os outros. Os quatro grupos de orquídeas parecem seguir seus próprios caminhos evolutivos e talvez já formem espécies diferentes, embora ainda sejam idênticos no tamanho, nas flores, nas cores e nas estruturas externas.

"Estamos vendo algo muito raro, o surgimento de novas espécies", diz Fábio Pinheiro, pesquisador do Instituto de Botânica de São Paulo. Ele detectou a formação de espécies – ou especiação – entre representantes de uma mesma espécie. "Darwin já falava em variações entre espécies, mas não poderia imaginar que fossem relevantes a ponto de inviabilizar os cruzamentos entre populações de uma mesma espécie." Em 2010 Pinheiro colheu pólen e induziu o cruzamento entre 258 exemplares de 13 populações de *Epidendrum denticulatum*, encontradas em matas no interior e no litoral da Bahia, Espírito Santo, Minas, Rio e São Paulo, mantidas no orquidário do instituto. Algumas populações, até mesmo do próprio ecossistema, acumularam diferenças genéticas que inviabilizaram a formação de embriões viáveis. A impossibilidade de as células reprodutivas de uma mesma espécie gerarem descendentes férteis – a incompatibilidade reprodutiva – "é uma das primeiras etapas da diferenciação genética que, em milhares de anos, pode levar a uma nova espécie", diz.

Ele examinou a separação entre linhagens de uma única espécie, enquanto o enfoque habitual compara espécies distintas – e depois de terem se formado. "Essa abordagem permitiu a Pinheiro não só quantificar a intensidade de isolamento entre linhagens novas como também associar esses estágios iniciais de diferenciação com os eventos históricos de expansão e fragmentação de florestas e campos, que catalisaram a diferenciação entre populações e moldaram os padrões de isolamento reprodutivo observados", comenta Salvatore Cozzolino, especialista em orquídeas da região do Mediterrâneo e professor da Universidade de Nápoles Fede-

FOTOS EDUARDO CESAR

A *Epidendrum denticulatum* (*visão geral da planta no destaque*): diversificação em andamento

rico II, na Itália, onde o botânico brasileiro fez parte de suas análises. "Conhecer os primeiros estágios de isolamento reprodutivo envolvidos na formação de novas espécies é um passo importante para entender como a extraordinária biodiversidade do Brasil, e das regiões tropicais em geral, é gerada e mantida."

Em paralelo, um estudo com duas espécies de bromélias do Pão de Açúcar e outras formações rochosas da cidade do Rio de Janeiro – uma de flores brancas e outra de flores vermelhas – expôs um pouco mais dos tortuosos caminhos da evolução dos seres vivos. De acordo com um conceito clássico, para serem considerados da mesma espécie, os organismos devem trocar genes entre si e não com seres de outras espécies. No entanto, as análises de Clarisse Palma Silva, da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, indicaram que as populações da mesma espécie de bromélia já são geneticamente bastante diferentes entre si e muito raramente trocam genes uma com a outra, mesmo estando em morros muito próximos. Além disso, as bromélias de espécies diferentes de um mesmo lugar trocam genes, formando híbridos férteis que podem cruzar entre si e com os representantes das espécies puras de que se originaram. O inesperado rege a evolução.

Estudos recentes com forte fundamentação genética indicam que os processos observados em orquídeas e bromélias se passam também em outras plantas e animais. Os fenômenos que estão sendo descritos mostram a fragilidade das supostas regras de funcionamento de um dos processos biológicos básicos, a especiação. Agora se vê que esse processo ocorre por mecanismos mais diversificados do que se pensava. Tanto com plantas quanto com animais, seres que deveriam cruzar normalmente entre si perdem a afinidade reprodutiva, às vezes em consequência de uma alteração genética ínfima, e os que aparentemente não poderiam se reproduzir entre si geram descendentes, muitas vezes férteis. Sutis diferenças genéticas podem inviabilizar o cruzamento entre seres morfologicamente idênticos. Outras vezes, porém, as diferenças genéticas, ainda que grandes, permitem que lagartos ou anfíbios com parentesco distante, por exemplo, cruzem e – às vezes de modo rápido – formem outras espécies.

A *Phyllomedusa híbrida*, triploide (39 cromossomos): um ser improvável de acordo com as regras clássicas da evolução

FOTOS 1 CÉLIO HADDAD / UNESP 2 LÉO RAMOS 3 E 4 CLARISSE PALMA-SILVA / UNESP

DEFINIÇÕES FRÁGEIS

Os novos achados complicam o que já não era fácil de entender, começando pelo conceito de espécie, tão básico para a biologia como o de gene para a genética. "Até hoje não temos um bom conceito de espécie", diz o zoólogo Célio Haddad, professor da Unesp de Rio Claro. Desde 1859, quando Charles Darwin publicou o livro *A origem das espécies* e reconheceu que a distinção entre espécie e linhagem – ou população – era vaga e arbitrária, a situação não melhorou muito. Em 2007, Kevin de Queiroz, biólogo do Museu Smithsonian de Washington, revisou vários conceitos de espécie – o isolamento ou reconhecimento biológico, a capacidade de viver em um mesmo espaço, coesão genética ou espacial ou a história evolutiva comum – e reconheceu que todos eram imperfeitos.

"A abordagem mais conservadora, que considera apenas os aspectos morfológicos, tende a unir várias espécies em uma só", diz Haddad, "enquanto a chamada taxonomia integrativa, mais moderna, detalhada e precisa, que considera também variações de DNA e de comportamento, tende ao desmembramento de espécies". Segundo ele, o conceito de espécie varia caso a caso, de acordo com o critério e o olhar. As orquídeas que não cruzam mais entre si podem ser vistas de três modos: como uma espécie se diferenciando; como representantes de espécies diferentes; ou como semiespécies, conceito que o zoólogo Ernst Mayr apresentou em 1963 para definir as populações de animais ou plantas que não completaram o processo de diferenciação.

O conceito de espécie ainda está em aberto e pode variar caso a caso, de acordo com o critério e o olhar

Haddad acredita que a incompatibilidade reprodutiva vista nas orquídeas e nas bromélias deve ser comum também em animais. "Só que ainda não avaliamos devidamente." Os exemplos são escassos. Já se viu que as populações de uma espécie de planta de flores brancas da região próxima ao Ártico, a *Draba fladnizensis*, apresentavam incompatibilidade reprodutiva total. Populações de crustáceos marinhos conhecidos como copépodes – da costa Leste e os da costa Oeste dos Estados Unidos – não conseguiam mais gerar descendentes férteis. Outros invertebrados marinhos, os briozoários, formavam populações incompatíveis geneticamente, ao longo do litoral dos países europeus.

As bromélias do Rio: a *Pitcairnia albiflos* (*branca*) e a *P. staminea*, que formam híbridos, e o Pão de Açúcar, um dos morros em que vivem

Trabalhos como esses "abrem uma janela para os diferentes mecanismos envolvidos na formação de novas linhagens", diz Samantha Koehler, pesquisadora da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) especialista em orquídeas. E mostram como diferenças no DNA podem determinar a formação de novas espécies e redimensionar as regras da evolução. Para essas orquídeas e bromélias, a incompatibilidade reprodutiva parece ser mais decisiva do que um fator que Darwin via como fundamental para a especiação – o isolamento geográfico, por meio do qual populações distantes geograficamente poderiam se diferenciar a ponto de formarem novas espécies.

"O fundamento da especiação é o isolamento, mas o mecanismo de isolamento não é obrigatoriamente geográfico", diz Mário de Pinna, pesquisador do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP). "O isolamento reprodutivo é o resultado de algum fator que impede o fluxo de genes, que pode ser o isolamento geográfico ou alguma contingência biológica ou local que resulte em segregação de parte de uma população."

A distância parece não ser mais tão importante para impedir a afinidade reprodutiva entre as populações de *Epidendrum*. Populações separadas por uma distância de mil quilômetros ainda se mostraram aptas a cruzar entre si e formar embriões viáveis, enquanto outras de uma mesma localidade não eram mais (*ver diagrama*).

"É o isolamento reprodutivo que efetivamente vai separar as linhagens", reitera Rodrigo Marques Lima dos Santos, pesquisador do Instituto de Biociências da USP e professor da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) que estuda a especiação em lagartos. Espécies com parentesco distante, até mesmo de gêneros taxonômicos diferentes, podem cruzar entre si, resultando em híbridos férteis. Antes considerados improváveis, esses cruzamentos indicam que o isolamento geográfico e o acúmulo de diferenças genéticas ao longo de milhares de anos não bastam para o isolamento reprodutivo. Mais uma vez ampliando a visão clássica de evolução, o surgimento de novas espécies pode também ser imediato, até mesmo sem fases intermediárias. "Dois lagartos de espécies distintas, mas cromossomicamente compatíveis, poderiam cruzar originando filhotes híbridos que já poderiam ser espécies novas", ele diz. "Se o híbrido for viável, já sai correndo e algumas vezes melhor que seus pais."

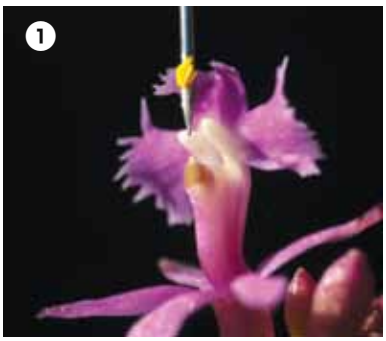
CRIANDO A PRÓPRIA MORTE

Do mesmo modo que os cachorros sem raça definida tendem a ser mais vigorosos e resistentes a doenças que os de raça pura, os lagartos híbridos geralmente são mais vigorosos que os pais, mais competitivos por alimentos e espaço e podem levar os pais à extinção, já que convivem todos no mesmo espaço. "As espécie parentais estão criando um forte competidor, que pode levá-los à morte", observa Santos. Algumas vezes, ao refazer as linhas de parentesco entre os animais, ele encontrou apenas os híbridos e não mais as espécies que provavelmente os formaram. "Apesar dos problemas de amostragens envolvidos e do impacto humano levando espécies à extinção, a hibridação também pode reduzir a biodiversidade, à medida que as espécies se fundem e depois desaparecem."

Pererecas também podem sair de cruzamentos improváveis. É o caso de uma perereca verde das matas do Sudeste e Sul do Brasil que ganhou

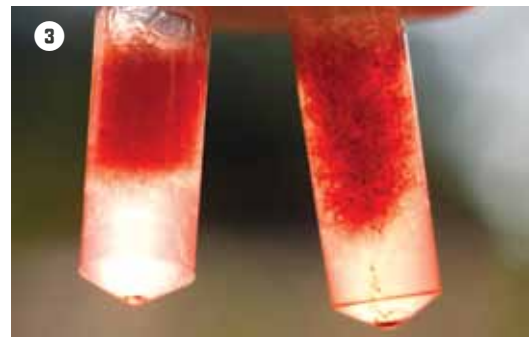
Plantas iguais, mas incompatíveis

Orquídeas da mesma espécie de locais distantes ainda podem gerar embriões viáveis, enquanto as do mesmo lugar não cruzam mais



Polinização induzida com alfinete: a massa amarela é o pólen

Depois da polinização: fruto aberto com as sementes (*pontos brancos*)



Teste de viabilidade dos embriões: os pontos escuros, no tubo à direita, indicam os embriões viáveis

INFOGRÁFICO ANA PAULA CAMPOS **FOTOS** EDUARDO CESAR **MAPA** FÁBIO PINHEIRO

o nome de *Phyllomedusa tetraploidea* por causa de uma característica rara entre animais vertebrados: cada célula dessa espécie abriga quatro cópias de cada cromossomo, ou seja, é tetraploide (a espécie humana e a maioria dos vertebrados, com duas cópias, são diploides).

Haddad e outros biólogos concluíram que a nova espécie deve ser o resultado do cruzamento entre machos e fêmeas de uma espécie diploide, a *Phyllomedusa distincta*, ou de um ancestral comum. Ela é tetraploide porque os gametas (espermatozoides e óvulos) que a originaram eram diploides; normalmente são haploides, com apenas uma versão de cada cromossomo. Os gametas formarão descendentes com 52 cromossomos em cada célula, o dobro dos 26 cromossomos da espécie parental, que lhe deu origem. "Esse é um fenômeno altamente improvável", diz Haddad, "mas que em milhões de anos de evolução apresenta alguma chance de acontecer".

A *P. tetraploidea* pode cruzar com os parentais e formar pererecas híbridas triploides, com 39 cromossomos em cada célula. Os descendentes (triploides) tentam cruzar com os parentais (diploides), mas são estéreis, pois seus gametas são defeituosos. Às vezes, porém, o resultado pode ser um animal que Haddad chama de *quase estéril*: os cromossomos se organizam de modo a permitir a produção de uns poucos gametas viáveis, "desrespeitando as definições clássicas de isolamento reprodutivo entre espécies diferentes", diz ele.

Mas por que seres evolutivamente distantes conseguem se reproduzir entre si e seres muito parecidos não conseguem mais? Que diferenças são relevantes? Santos acredita que a compatibilidade reprodutiva pode ser determinada pelo número e pela forma dos cromossomos, já que espécies de lagartos com uma similaridade genética de apenas 85%, mas cromossomicamente compatíveis, podem gerar descendentes férteis. "O homem e o chimpanzé são mais de 98% semelhantes, do ponto de vista genético, e não se reproduzem entre si, em consequência, em boa parte, de deleções, fusões e rearranjos cromossômicos", ele diz. "A espécie humana tem 46 e o chimpanzé, 48 cromossomos, e cerca de 10 grandes inversões cromossômicas também separam as espécies. É o suficiente para o isolamento reprodutivo."

Homem e chimpanzé são geneticamente próximos, mas os rearranjos cromossômicos mantêm o isolamento reprodutivo

CROMOSSOMOS, CANTOS E CHEIROS

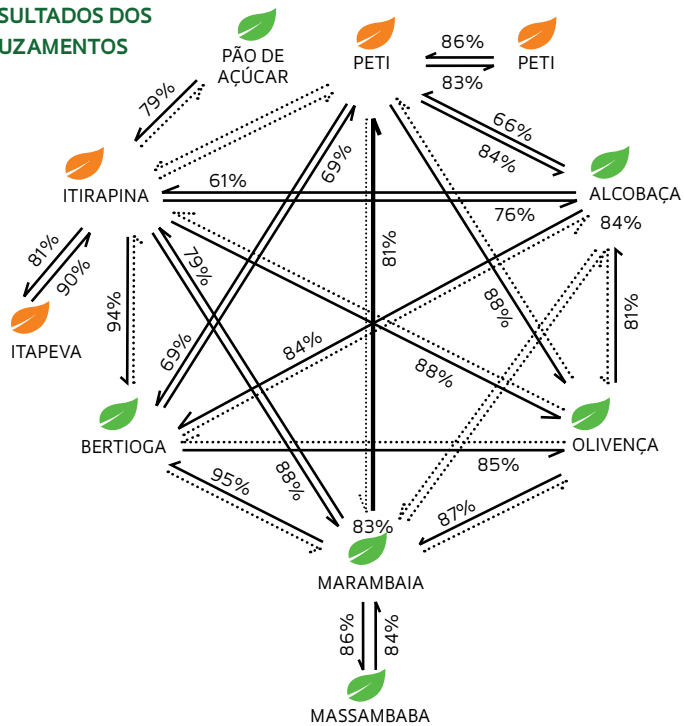
Entre os animais, mudanças sutis de comportamento – no canto de aves ou no coaxar dos anfíbios – podem dificultar o reconhecimento entre as espécies e o acasalamento, induzindo a diferenciação das linhagens. A incompatibilidade reprodutiva pode ser resultado também de diferenças morfológicas – expressas, por exemplo, na dimensão dos órgãos sexuais, que impede um cão são-bernardo de cruzar com uma *poodle*, embora possam cruzar com raças de tamanhos intermediários, já que todas as 400 raças de cães têm o mesmo número de cromossomos.

Entre as plantas, mudanças no odor podem deixar de atrair insetos polinizadores e servir de barreira para a reprodução. No estudo com as orquídeas, as diferenças genéticas é que pesaram, mais uma vez, de modo surpreendente. A maioria dos cruzamentos entre as representantes de *Epidendrum* apresentou um padrão assimétrico: o pólen retirado da flor de um lugar pode não fertilizar a flor de outro lugar, mas a fertilização no sentido inverso dava certo (*ver diagrama*). "O padrão assimétrico de reprodução é típico dos primeiros estágios de especiação, quando linhagens distintas começam a se diferenciar", diz Pi-

Os limites da compatibilidade reprodutiva

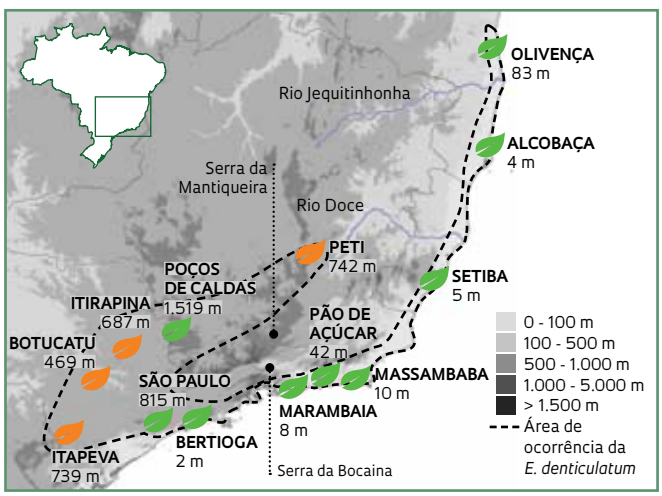
O diagrama abaixo mostra os resultados dos cruzamentos entre nove populações de *E. denticulatum*. Alguns grupos de plantas, como os de Bertioga e Peti, ainda podem se reproduzir entre si, enquanto outros, como os de Alcobaça e Marambaia, se mostraram inteiramente incompatíveis.

RESULTADOS DOS CRUZAMENTOS



DOADOR → RECEPTOR - Polinização induzida bem-sucedida
DOADOR ⇢ RECEPTOR - Polinização induzida inviável ou nula
% Taxa de sucesso da polinização · Mata atlântica · Cerrado

PONTOS DE COLETA



FONTE FÁBIO PINHEIRO / INSTITUTO DE BOTÂNICA

nheiro. "O padrão reprodutivo assimétrico deve estar disseminado na natureza", comenta Fábio de Barros, coordenador do orquidário.

Esse fenômeno pode ser o resultado da incompatibilidade entre o DNA do núcleo das células reprodutivas e o DNA de um compartimento não nuclear, o cloroplasto, do óvulo da planta receptora. "Quase sempre se pensa apenas no DNA do núcleo, mas é a variação do DNA do cloroplasto que determina a viabilidade do embrião e a compatibilidade entre as populações", ele concluiu, após analisar as sementes de todos os cruzamentos por meio de nove marcadores para o DNA nuclear e seis para o DNA de cloroplastos.

Pequenos trechos do genoma ou mesmo poucos genes é que talvez possam determinar a formação ou a preservação das espécies. "Os organismos devem trocar facilmente trechos do genoma que facilitam sua adaptação, mas os genes ou ilhas de especiação, que definem as características de uma espécie, como a cor das flores, não são trocados", diz Clarisse. Essa visão explicaria por que as espécies de bromélias dos morros do Rio, mesmo formando híbridos, se mantêm distintas, uma com flores brancas e outra com flores vermelhas.

"Temos de explorar o privilégio de estarmos em um país megadiverso e coletar mais dados sobre reprodução e polinizadores, desse modo definindo os fatores ambientais que poderiam contribuir para a diferenciação das linhagens", sugere Samantha, da Unifesp. É o que Pinheiro pretende fazer, ao planejar o transplante de linhagens de *Epidendrum* do litoral para o cerrado para testar sua hipótese de que o isolamento geográfico seria uma consequência, não a causa da especiação. Se der certo, ele ajudará de outro modo a atualizar as ideias de Darwin. ■

Projetos

1. Filogeografia das espécies de Epidendrum (Orchidaceae) integrantes do clado Atlântico (subgênero Amphiglottium) (09/15052-0); **Modalidade** Pós-doutorado. **Coordenador** Fábio Pinheiro – Instituto de Botânica; **Investimento** R$ 280.131,37 (FAPESP).

2. Especiação, isolamento reprodutivo e genética de populações na família Bromeliaceae: implicações taxonômicas, evolutivas e conservacionistas (09/52725-3); **Modalidade** Programa Biota - Apoio a Jovens Pesquisadores; **Coordenadora** Clarisse Palma da Silva; **Investimento** R$ 441.491,60 (FAPESP).

3. Especiação de anfíbios anuros em ambientes de altitude (08/50928-1); **Modalidade** Projeto Temático **Coordenador** Célio Haddad – Unesp; **Investimento** R$ 1.407.985,13 (FAPESP).

Artigos científicos

GRUBER, S. L. *et al.* Cytogenetic analysis of *Phyllomedusa distinct* Lutz, 1950 (2n = 2x = 26), *P. tetraploidea* Pombal and Haddad, 1992 (2n = 4x = 52), and their natural triploid hybrids (2n = 3x = 39) (Anura, Hylidae, Phyllomedusinae). **BMC Genetics.** v. 14, n. 1, p. 75, 2013 (*on-line*).

PINHEIRO, F. *et al.* Phylogeographic structure and outbreeding depression reveal early stages of reproductive isolation in the Neotropical orchid *Epidendrum denticulatum.* **Evolution.** v. 67, p. 2.024-39, 2013.

PALMA-SILVA C. *et al.* Sympatric bromeliad species (*Pitcairnia* spp.) facilitate tests of mechanisms involved in species cohesion and reproductive isolation in Neotropical inselbergs. **Molecular Ecology.** v. 20, 3.185-201, 2011.

O futuro do futuro

Marcos de Oliveira

Um brasileiro pouco conhecido em seu país pode estar à frente de um novo tipo de tecnologia para memória de computadores e demais dispositivos eletrônicos. Carlos Paz de Araújo nasceu em Natal, no Rio Grande do Norte, e está há 42 anos nos Estados Unidos. É professor da Universidade do Colorado, em Colorado Springs, e sócio da empresa Symetrix, que ganhou importância no mundo nos últimos anos por ter desenvolvido e licenciado as memórias de acesso aleatório ferroelétricas (FeRAM) que estão em uso em mais de 2 bilhões de aparelhos, de *smartphones* a processadores eletrônicos, de eletrodomésticos a automóveis, *DVD players* e na mais jovem geração de cartões magnéticos com *chips*. Essas são memórias não voláteis, que não perdem as informações quando se desliga a corrente elétrica e podem ser reutilizadas bilhões de vezes de forma diferente das memórias *flash* usadas em *pen drives*, mais lentas e com capacidade de reutilização não superior a 100 mil vezes. As memórias voláteis são aquelas usadas nos computadores que utilizam disco rígido e funcionam com o auxílio de um *software* quando o equipamento é ligado.

A tecnologia desenvolvida por Carlos Paz foi licenciada para empresas como Panasonic, Siemens, Delphi, Hughes, Sony, Sharp e várias outras. Embora há tanto tempo fora do país, ele guarda o sotaque potiguar e não lembra em nada um executivo que voa constantemente entre vários países da Ásia para expor em cifras de milhões de dólares suas inovações tecnológicas, como o Japão, onde é também professor consultor da Universidade Tecnológica de Kochi – além de assessorar a Universidade de Fudan, em Xangai, na China. Carlos Paz é antes de tudo um cientista. Ele ficou durante sete anos estudando sozinho as memórias resistivas que devem substituir as ferroelétricas e são candidatas a memórias universais para uso em *pen drives*, máquinas fotográficas, *notebooks*, *desktops*, e também em celulares a um custo baixo. Uma situação diferente da atual, quando existem vários tipos de memória, uma para cada uso.

O resultado do estudo de Carlos Paz é a memória CeRAM (*correlated electrons RAM*), que deve eliminar o disco rígido dos computadores e tornar o processamento deles mais rápido. Desenvolvida na Symetrix, a nova tecnologia já está sendo testada por grandes empresas do setor. A empresa fatura por ano US$ 4 milhões apenas com *royalties* e não licencia qualquer tecnologia por menos de US$ 20 milhões. Por todas essas contribuições, Carlos Paz foi o primeiro brasileiro a ganhar um prêmio por inovação tecnológica do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), com sede nos Estados Unidos, o Daniel Noble, considerado o Nobel da área de engenharia eletrônica. Essa entidade tem mais de 300 mil membros em 160 países.

A vida acadêmica de Paz começou na Universidade de Notre Dame, em South Bend, no estado norte-americano de Indiana, onde fez a graduação em engenharia elétrica, mestrado e doutorado na área e também se graduou em filosofia e teologia. Aos 60 anos de idade, ca-

IDADE 60 anos

ESPECIALIDADE
Engenharia de dispositivos eletrônicos

FORMAÇÃO
Graduação em engenharia elétrica, mestrado e doutorado na Universidade de Notre Dame, nos Estados Unidos

INSTITUIÇÕES
Universidade do Colorado, em Colorado Springs, e Symetrix Corporation

PRODUÇÃO CIENTÍFICA
310 artigos, 203 patentes nos Estados Unidos e 321 patentes em outros países

LÉO RAMOS

sado com Maureen Paz de Araújo, uma norte-americana, também professora da Universidade do Colorado, e com três filhos, Carlos Paz vem poucas vezes ao Brasil. Na mais recente, ele concedeu essa entrevista a *Pesquisa FAPESP* durante o XII Encontro da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais, realizado em Campos do Jordão, no interior paulista.

Como foi sua trajetória de Natal até a Universidade de Notre Dame, nos Estados Unidos?
Eu fui primeiro para Chicago como estudante de intercâmbio, aos 17 anos. Era para ficar três meses, fiquei seis e voltei para Natal. Depois fui convidado pela família que me hospedou para voltar e aí, com 18 anos, fui fazer um intercâmbio novamente. Na época, eu estava no segundo científico [um dos cursos equivalentes ao atual ensino médio]. Voltei para o Brasil, comecei a fazer o terceiro científico e então me chamaram novamente. Terminei o científico nos Estados Unidos. A família americana tinha sete filhos, nenhum com média para entrar na Notre Dame, conhecida como a Harvard católica, e eles queriam que alguém entrasse. Consegui e fiquei lá por 10 anos. Depois do doutorado fui convidado para ser professor na mesma instituição, mas fiquei apenas seis meses porque a Universidade do Colorado me fez uma boa oferta e estou lá desde 1982.

Existia um ambiente de *start-up* na minha cabeça, mas na universidade ainda não

Na sua ida para a Universidade do Colorado o senhor já trabalhava com microeletrônica, semicondutores?
Isso, com semicondutores, em física de dispositivos eletrônicos, que é uma área de engenharia eletrônica, e não de física, apesar do nome. Um ano depois entrei na área de ferroeletricidade.

Por quê? Aliás, o que é ferroeletricidade?
Eu entrei na universidade e vi que era uma opção, porque na época o conhecimento sobre ferroeletricidade era pequeno e nem se falava em memória ferroelétrica. O prefixo "ferro" é errado, está ligado a ferromagnetismo. Isso acontece quando um ímã é colocado perto de um material e ele vai se tornando magnético. O mesmo acontece em dielétricos, que são materiais isolantes que têm a possibilidade, com a carga elétrica, de mudar a posição de um átomo de um material. Então a memória ferroelétrica muda a posição do átomo e leva à histerese [condição de um material guardar as informações sem o estímulo elétrico inicial que as criou]. Usaram esse nome "ferroelétrico" por causa de ferromagnetismo, mas não tem ferro em memória ferroelétrica.

Logo em 1984 o senhor, com mais dois outros sócios, cria a Ramtron. O que ela fazia?
Desde o começo da minha carreira a pesquisa era feita para criação de empresas novas. Então a Ramtron era empresa de risco, ela fazia a pesquisa para a memória ferroelétrica virar realidade. Eu comandava a parte de pesquisa e tinha o pessoal que fazia *design* e levantava os financiamentos. Ela foi em frente, ficou muito famosa e foi vendida no ano passado.

Já existia um ambiente, na Universidade do Colorado, para* start-ups *e inovação?
Não. Na verdade, existia um ambiente para *start-up* na minha cabeça, mas na universidade ainda não. A Universidade do Colorado era menos sofisticada que a Notre Dame, então eu já tinha visto que para conseguir financiamento da National Science Foundation [NSF] ia ser muito difícil. Assim, quando vi a oportunidade da ferroeletricidade comecei com um plano de negócios em vez de uma proposta de pesquisa. Isso criou para mim um modo de operar. Tudo o que procuro fazer é uma combinação de um nível bem profundo de pesquisa em um fenômeno novo que poucos conhecem, com a possibilidade de imediata aplicação.

E por que montou a Symetrix em 1986?
Com o mesmo objetivo. Na Ramtron os fundadores, e eu sou um deles, levantaram muito dinheiro e tivemos alguns problemas operacionais, e aí eu fiquei chateado e criei minha própria empresa. Mas existe uma diferença enorme de tecnologia, inclusive depois a Ramtron comprou uma licença de tecnologia da Symetrix, mas não usa. A Symetrix acabou competindo com a Ramtron. Hoje existem duas famílias de memórias ferroelétricas: a deles e a nossa. A deles usa uma liga que tem chumbo e a nossa usa tântalo bismuto e estrôncio. A nossa liga é 10 vezes mais rápida, usa menos energia e é mais barata de se fazer. Mas, como a ferroelétrica é tão desejável, tem empresas que estão seguindo a Ramtron.

Qual a vantagem das ferroelétricas?
A memória ferroelétrica guarda a informação em nanossegundos. Já a *flash*, que está nos *pen drives*, é um tipo de memória de semicondutor que leva mais ou menos 10 microssegundos por bit para arquivar – então é muito vagarosa ainda, não dá para ser memória universal. E ela se autodestrói. Quanto mais se usa, mais ela gasta e se acaba.

Essa memória em 1984, 1986, foi usada em quais equipamentos eletrônicos?
A primeira grande venda da Ramtron foi de US$ 40 milhões para uma companhia de energia elétrica da Europa. Eles fizeram medidores que medem o consumo de energia para o sistema *smart grid*. Então, quando falta energia elétrica, toda a medição é jogada na memória em nanossegundos. É uma memória rápida, com baixa potência.

Voltando um pouco na história, quando o senhor criou a Ramtron e a Symetrix, houve dificuldades dentro da universidade?
Com a Ramtron não, porque ela era separada, teve capital de risco australiano e eu atuava como consultor de tecnologia. Mas quando criei a Symetrix todo o capital inicial, de US$ 4 milhões, veio do governo americano, da NSF, de um programa chamado Small Business Innovation Research [SBIR].

O SBIR, aliás, serviu de modelo para a criação do Pipe-FAPESP, o Programa de Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas. Então o SBIR teve um papel muito importante no nascimento da Symetrix.
Sim. Mas quando alcançamos o faturamento de US$ 4 milhões por ano paramos de entrar nesse programa. Eu já tinha financiamento de empresas japonesas. Depois vendi uma licença para uso militar à empresa americana Hughes Aircraft.

Mas o senhor continuou na universidade, pesquisando as memórias ferroelétricas e fazendo pesquisa dentro da própria empresa.
Na realidade, a empresa passou a ser um centro de pesquisa que financiava a universidade. Era uma parceria. Nós nos colocamos como uma entidade independente que fazia os contratos com as firmas, vendia licença e pagava a universidade como se fosse uma verba. Pelo menos US$ 8 milhões foram destinados à universidade, mas o faturamento da empresa foi muito maior, só com licenciamento e contrato de pesquisa.

Com quais empresas a Symetrix trabalhou?
As empresas que trabalharam comigo em memória ferroelétrica foram Panasonic, Sony, NEC, Siemens, Sharp, STMicro, National Semiconductors. No total, foram cerca de 20 empresas.

Em que equipamentos podemos encontrá-la?
Aqui no Brasil podemos encontrar essa memória em todos os cassetes de impressoras. No Playstation e em quase todos os leitores de DVD de computadores há uma memória dessas. Em celular, no início teve e agora voltou. Está começando a ficar uma coisa que toda empresa quer. Por exemplo, os novos *smartphones* e câmeras vêm com o NFC, ou Near Field Communication, um sistema que facilita a comunicação e troca de dados entre dois aparelhos, com a capacidade também de ligar a distância eletrodomésticos dentro de uma casa. E o NFC usado pela Panasonic, Sony e Samsung tem essa memória que desenvolvi.

Então o que a Symetrix recebe são licenciamentos pelas patentes e* royalties. *Tudo foi patenteado. Quantas patentes o senhor tem hoje?
Nos Estados Unidos, mais de 200 patentes, e no resto do mundo umas 350, mais ou menos. E nenhuma com a universidade, eu paguei por todas as patentes. Não pago nem o *royalty* para universidade, separei tudo.

No começo era junto?
Não. Eu pagava a universidade como se eu fosse o governo pagando a mim mesmo. A universidade não tinha o direito de ficar com nenhuma patente minha.

Mas foi fácil fazer isso, ou foi uma negociação difícil?
No começo foi fácil porque ainda não tinha dinheiro envolvido. Quando você começa a ganhar dinheiro, todo mundo quer desmanchar alguma coisa, e aí foi tarde demais. A maneira fácil foi utilizar a teoria da compensação. Se a universidade fosse pagar pela patente ela não teria condições de desenvolver a tecnologia, seria muito caro. Então a compensação foi eu dar uma participação de 5% da empresa à universidade, o que é melhor do que qualquer *royalty*. E eles assinaram esse acordo tranquilamente. Só que depois a universidade teve problemas financeiros com a área de incubação e eles precisaram cobrir o déficit. Para cobrir esse buraco, eles quiseram vender a parte deles na empresa e venderam por um preço irrisório. Mas uma parte da universidade vendeu e outra não soube, e quando vieram a saber que não eram mais donos de nada foi tarde demais. Ficaram chateados comigo, porque a Symetrix comprou de volta os 5% que eram da universidade.

A regra então é registrar logo a patente. E depois publicar?
Sim, depois publico. Às vezes publico um pedaço antes de sair a patente. A gente escolhe com cuidado. Por exemplo, essa memória nova [memórias resistivas – conhecidas como ReRAM – candidatas a substituir as ferroelétricas. Ele criou a *correlated electrons* RAM, a CeRAM] foi muito mais cuidadosa na publicação de patentes. Todo mundo fez essas

memórias de um jeito, e analisei o que não está funcionando. Deduzimos que o paradigma do dispositivo estava errado. Assim, fizemos a ciência, patenteamos e começamos a publicar. Agora tanto é novidade na ciência quanto é novidade na tecnologia.

As ferroelétricas e a CeRAM são memórias não voláteis, que não apagam a informação mesmo sem energia. Como funcionam num circuito integrado?

Um circuito integrado funciona com lógica binária com zero e um. Todos os transistores e resistências constituem o que chamamos de parte baixa. O que está em cima é a memória. Como a ênfase agora são os equipamentos móveis, então tudo tem que ter memória não volátil.

Como foi o desenvolvimento da memória CeRAM? O senhor parou de dar aulas?

Continuei dando aula e fiquei calado em termos comerciais, porque eu já sabia que essa memória ia ser diferente logo no começo. Fui procurar toda a literatura envolvida para saber o que estava acontecendo. Eu comprei uns 2 mil livros e li 7.500 artigos científicos. São 72 mil páginas. Aí, com tudo entendido, eu comecei a publicar. Em 2011 fizemos uma publicação sobre memória CeRAM que virou capa do *Journal Applied Physics*.

Não será mais necessário outro tipo de memória, a CeRAM é universal e substitui todas as outras

A CeRAM seria uma memória universal?

É uma memória de alta densidade que seria não volátil. Com uma quantidade enorme de gigabytes, ou seja, a capacidade dela seria muito grande, além de ter ótima velocidade de processamento, baixa potência, custo pequeno e longa vida. Com isso não precisaria mais de ter DRAM, SRAM [utilizadas em *desktops*, *notebooks*], *flash* (*pen drives*), e o disco rígido também deixaria de existir. A CeRAM ocuparia todas essas posições.

E a que ponto estamos dessa memória universal? A demanda é grande?

É questão de investimento. Todos da área estão procurando essa próxima memória. E a memória resistiva é a primeira candidata. Só que tem duas memórias resistivas: uma que já é feita há 12 anos, e não consegue ser aperfeiçoada, e a CeRAM. É por isso que nós mudamos de nome, em vez de ser ReRAM é CeRAM, porque o efeito que faz ela virar memória é o efeito que na física é chamado elétrons fortemente correlacionados. Nós tratamos o elétron como onda e não como partícula porque caímos no estado quântico. Fizemos o material com níquel, um metal de transição, com uma propriedade conhecida desde 1937 que ninguém soube usar ainda. O óxido de níquel é capaz de manipular a quantidade de elétrons que está passando no material. Na verdade, ele é um novo transistor que pode resistir até 400ºC sem apagar a memória.

Como foi essa descoberta?

Eu não descobri esse fenômeno, o que eu fiz foi controlar, primeiro na parte química. Quando o material estava todo estável fui entender o fenômeno para poder fazer as equações e explicar como é que estão os estados de memória, a condução, por meio de dois campos, um chamado física mesoscópica [trata da miniaturização de fenômenos macroscópicos] e a física quântica.

Qual é o investimento necessário para a linha de produção?

Existem vários tipos de fábricas com níveis de tecnologia de impressão de circuitos integrados. Por exemplo, uma companhia que faz microcontroladores e quer colocar memórias precisa de uma tecnologia de 130 nanômetros de impressão, para fazer as linhas de um circuito integrado atualmente. Comparando, a nossa tecnologia é de 10 nanômetros, 20 vezes mais fina do que o comprimento de onda da luz. E as máquinas que fazem a impressão na pastilha, para marcar onde é o transistor, são grandes e sofisticadas. Apenas uma máquina de impressão custa, no mínimo, de US$ 40 milhões a US$ 50 milhões. E não é possível ter apenas uma. Nesse nível, uma fábrica não sai por menos de US$ 4,5 bilhões. O estado de Nova York, por exemplo, anunciou em setembro que vai fazer três fábricas de semicondutores e está investindo US$ 45 bilhões.

E por que eles querem fazer isso lá?

Lá virou um centro de alta tecnologia, de nanotecnologia. Não tem influência do governo federal, é o governo estadual e várias companhias que financiam. O estado foi muito inteligente porque pegou o dinheiro da loteria e fez um centro de nanotecnologia de alto nível com uns US$ 500 milhões e isso atraiu as empresas.

Mas a sua memória CeRAM já está no ponto de ir para a área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de uma empresa?

É um processo até interessante, porque é como uma campanha política e o candidato é a memória. Geralmente a melhor coisa do

mundo é você ter um mau exemplo, porque para o mau exemplo qualquer coisa melhor vira um bom exemplo. Então o mau exemplo é que todo mundo fez pesquisa sobre memória resistiva usando o mesmo material, a mesma coisa. Todos fizeram, principalmente a Samsung, que é a maior do mundo em memórias. Aí você aparece nessa campanha [por meio de comunicados à imprensa, entrevistas e congressos] dizendo "isso aí não presta pra nada, o nosso é que funciona e está aqui". Aí começam os telefonemas e *e-mails*. Nós já temos duas empresas grandes trabalhando com a gente, mas não posso dizer os nomes.

Como é esse processo?
Eles têm P&D. Mas uma companhia como a Samsung gasta US$ 4 bilhões de P&D por ano. Eles ficam loucos quando aparece uma pessoa como eu para resolver o problema. Precisam comprar a licença, mas primeiro procuram saber se isso é verdade. Eles se engajam e começa o que chamamos de um período em que podem perguntar qualquer coisa e passamos a responder e até preparar um *chip*, para que eles fabriquem com a nossa tecnologia. Depende da companhia também, algumas já compram a licença, mas outras querem testar, sentir.

E a licença de um material desse, quanto é?
Não sai por menos de US$ 20 milhões e com mais 3% das vendas. Então se eles venderem US$ 10 bilhões, 3% são da Symetrix.

Qual o faturamento da Symetrix e quantos pesquisadores emprega?
Hoje é de US$ 4 milhões apenas em *royalties*, não contando licenças e projetos. São 10 funcionários atualmente. Nós ganhamos muito dinheiro transferindo a tecnologia. Quando ficamos sem atividade comercial, estamos criando. Quando fica pronto todo mundo quer saber e aprender. Geralmente a comunidade científica não sabe nem o que falamos. Por exemplo, quando lançamos a memória ferroelétrica, quase ninguém sabia o que era e ainda hoje pouca gente entende.

Não existe pesquisa sobre isso nas universidades, mesmo nas americanas?
Nós fomos os primeiros, então muita gente copiou. Acontece que os laboratórios de universidades não têm a disciplina para fazer uma memória que vire produto. E também muitas vezes perdem muito tempo publicando, num lento processo que a própria academia estimula. A coisa fica mais clara na área de memória porque se a pesquisa não se transformar em produto ela não tem valor.

Mas esse não é o objetivo das universidades.
Bom, em engenharia deveria ser. Mas eles não têm isso porque o professor está sempre procurando verba. Nós da empresa fazemos parceria com uma grande companhia e chamamos seus engenheiros para morar conosco em Colorado. Aí eles passam três, quatro anos na empresa, aprendendo. Não há custo de desenvolvimento, só de pesquisa. Quando passa para as mãos da empresa que está licenciando eles já estão desenvolvendo o que chamamos de *test chip*, um dispositivo que faz todos os testes. Aí quando todos os parâmetros estão entendidos é possível dizer: "Agora vai para a linha de produção". A razão de os engenheiros estarem na Symetrix é transferir a tecnologia para a empresa em que eles trabalham.

O senhor já teve uma experiência em trazer uma fábrica de memórias ferroelétricas para o Brasil em 2008, por que não deu certo?
Essa questão é complicadíssima. A Symetrix é uma firma que inventa. Não é todo dia que o ser humano se levanta e diz: vou inventar a próxima memória. O setor de semicondutores gira em torno de US$ 300 bilhões por ano e uma grande parte disso é memória. O que acontece há 20 anos nos Estados Unidos é o investimento em *fabless*, companhias sem fábrica, que fazem o *design* dos *chips*. Isso foi um sucesso. Noventa e nove por cento dos *chips* são desenhados nos Estados Unidos, mas feitos na China. Isso começou em Taiwan, com uma firma chamada TSMC, que tem US$ 77 bilhões em fábricas. Os governos desses lugares investiram para dar emprego, então o preço da mão de obra barata ficou numa sociedade entre os Estados Unidos e Taiwan. Aí a China começou a copiar e tem agora três enormes fábricas, mas não chega nem perto de Taiwan. A ideia nasce nos Estados Unidos e a fábrica fica na China. Depois os americanos vendem para o resto do mundo – é o que chamamos de firma borboleta. Uma asa é a da fabricação, o meio é o controle do *design* e o outro lado é o *marketing*. Então, há uns oito ou nove anos fizeram no Brasil um estudo, no começo do governo Lula, sobre como o país iria fabricar semicondutores e chegou-se à conclusão de que o governo investiria US$ 5 milhões no setor de *design* e criaram-se algumas companhias de desenho aqui. O modelo de negócios seria o mesmo dos Estados Unidos, desenhar aqui e fazer na China. Só que na China fica cada vez mais complicado porque eles também aprendem a desenhar com o tempo. A ideia deles é de domínio, mas eles não conseguem dominar tanto esse setor. A inovação é você criar o *design*, ou o tipo de *chip*, que vai para um novo iPhone e isso aí ainda é tudo feito nos Estados Unidos. No Brasil, o governo

federal também resolveu investir, no Rio Grande do Sul, numa fábrica de semicondutores, a Ceitec, só que eles usaram equipamentos doados pela Motorola, que eram muito atrasados. Nunca completaram a fábrica. É um exemplo de ineficácia tanto acadêmica como governamental do Brasil em relação a essa área. Quando vim aqui com a memória ferroelétrica, fui até o BNDES [Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social], estava interessado em ter a Symetrix do Brasil, mas eu não ia investir o meu dinheiro porque o risco é muito grande. Eu passaria a tecnologia para alguém comprar. Seria possível começar com um *wafer* [material fino em forma de círculo de material semicondutor] comprado por US$ 500 em Taiwan, colocar a memória ferroelétrica no fim, em uma fábrica brasileira que custaria no máximo US$ 50 milhões, e não US$ 4 bilhões. A ideia era exportar principalmente. Se tivéssemos feito isso o país estaria exportando hoje microcontroladores com memória ferroelétrica. O microcontrolador é barato e serve para vários tipos de circuito integrado, em automóvel, fogão e geladeira, por exemplo. Iríamos suprir o mercado e ter uma companhia com um investimento de US$ 50 milhões, com faturamento de US$ 150 milhões por ano, para começar.

Antes existiam aparelhos de som e imagem, hoje a tecnologia está integrada e é difícil criar um novo produto

E os cartões com memória ferroelétrica?

Outra ideia era usar a memória ferroelétrica aqui para produzir também um *smart card*, já usado no Japão para pagar passagens em metrô, ônibus e servir como carteira de identidade e cartão de crédito ao mesmo tempo. Esse *chip* avançado é um microcontrolador com estação de rádio, com memória RFID [*radio frequency identification* ou identificação por frequência de rádio]. Se colocássemos esse cartão no Brasil, preencheria a produção da fábrica em um ano. Isso já está tão evoluído que não é possível mais comprar computador [*desktops, notebooks*] no Japão sem leitora do cartão. É só colocar o cartão em cima, entrar na internet e ver tudo o que você comprou, o que fez ou carregar mais créditos. Assim, uma empresa brasileira iria ter uma coisa mais avançada e ter porte perante as outras no resto do mundo.

Voltando a essa questão do Brasil, o senhor apresentou a tecnologia aqui e entrou em contato com o Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos, um dos Cepids da FAPESP. Por quê?

Os professores Elson Longo e José Arana Varela, como já tinham feito a ciência de ferroelétrico, conheciam o valor do que eu estava apresentando e iriam colaborar na formação do pessoal. Mas não fizemos nada porque não houve nenhum investimento. Foram promessas de empresários de São Carlos, dos governos, que não resultaram em nada, BNDES, ministérios. Aí foi muito desgastante e nem gostaria mais de falar nisso. Fiquei esperando alguém dizer "vamos fazer porque é bom para o Brasil", não existe isso, não teve essa conversa. Mas não tenho raiva de nada.

O investimento seria de quanto naquela época?

Olha, não é investimento pra mim. Era para o Brasil. Alguém tinha de dizer "eu quero fazer uma fábrica de semicondutores", mas como já tinha o Ceitec no Rio Grande do Sul bancado pelo governo federal, não houve espaço para nós. O investimento em São Carlos seria de no máximo US$ 70 milhões.

A fábrica foi instalada onde?

No Japão. A Panasonic montou a fábrica, dentro de uma já existente, com US$ 20 milhões e hoje é a que dá mais lucro para a empresa na área de circuito integrado.

Como o senhor vê a área de semicondutores no Brasil hoje?

Hoje é uma complicação enorme, não é possível o Brasil não ter indústria de semicondutores, principalmente pelo tamanho da economia. O *chip* é o petróleo da eletrônica. O mundo é dividido em países que têm independência do *chip* e os que não têm. Há empresas no Brasil desenhando *chip*. Mas ainda é incipiente. O problema fundamental, em termos de tecnologia, é que nós misturamos ciência com tecnologia. Tem que ter um ministério de tecnologia. Precisamos separar alta tecnologia de ciência fundamental e acadêmica.

Não um ministério de ciência e tecnologia?

Tem que ter um ministério de ciência, para dar bolsas a alunos, fomento à pesquisa, mas a tecnologia, no nível da transformação do país, que implica como estamos competindo com os países, tem que ser vista como forma de proteger o desenvolvimento tecnológico feito aqui. Lembra no tempo da Guerra das Malvinas? Ninguém vendia nada para a Argentina. Faltou *chip* lá. Como tudo vai andar na direção de ser cada vez mais dependente do *chip*, cada vez mais informação, um país do tamanho do Brasil, com essa dimensão de população e a sé-

tima maior população do mundo, não pode de maneira nenhuma ser uma colônia tecnológica de *chips*, porque temos que importar todos que são usados aqui. Assim, estamos na era da informação sem a matéria-prima básica, o *chip*.

O senhor tem apresentado algumas palestras em que fala do futuro do futuro. O que são essas palestras?
Eu fiz uma palestra há muito tempo atrás, no Japão, chamada Futuro do Futuro. Foi uma palestra para vários executivos japoneses e ficou meio famosa. No ano passado fiz uma série de palestras financiadas pelo consulado americano no Japão, junto com outros inventores, o que inventou a tela de plasma, o raio laser azul etc. As palestras depois foram transformadas em um livro que agora é leitura obrigatória em cursos de MBA lá no Japão. Mas Futuro do Futuro foi uma palestra bem diferente. Eu verifiquei que a coisa que envelhece mais rápido é a nossa visão de futuro. Quando eu era jovem, todo mundo sabia que ia ter um futuro, o homem iria para a Lua, ia ter micro-ondas e relógio com telefone. Mas cheguei à conclusão de que não temos mais uma visão do futuro. Tudo acontece rapidamente e quem tem poder de capitalizar ideias cria um futuro que o resto tem que seguir. Antigamente comprava-se uma coisa para som e outra para imagem, agora ficou integrado em um dispositivo só e o nível de integração vai ser sempre maior. Daqui a pouco vai ter iPhone que faz exame médico. Então, se você for o dono da Sony, vai ter uma dor de cabeça perpétua, porque tudo que é feito é rapidamente destruído. Então como se cria valor? E isso vai de encontro à necessidade brasileira de construir uma fábrica, de ter mão de obra, de montar coisas, mas o importante não é só isso, é criar essas coisas. Hoje uma impressora 3D já faz quase tudo. Nessa alta integração, o valor da transferência de informação ficou maior do que o valor do objeto que você usa para informação ou até para fabricação de peças. A internet, *cloud computing*, essas coisas levam agora nos Estados Unidos a uma área chamada *big data*, que é como fazer uma busca e ligações de dados, procurar tendências, definir produtos e manufaturá-los com robôs. A mão de obra passa a ser muito avançada e a educação tem que antecipar isso.

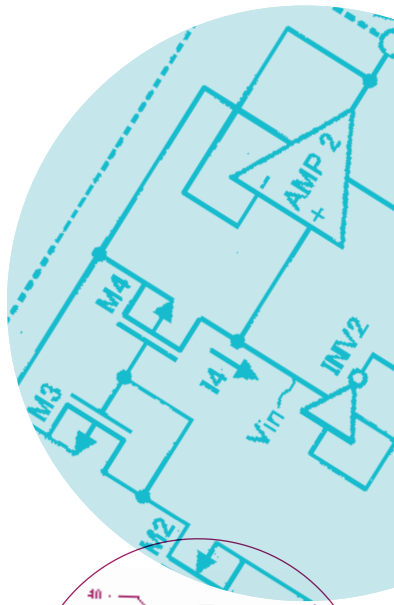
E como fica o Brasil nessa onda?
Como você vai criar emprego para essa turma toda que vai para a faculdade e aprende engenharia se só tem uma Apple. Como gerar emprego de qualidade. Não é mais o tamanho da fábrica, é o tamanho da ideia. Se não tiver ideia, e não houver como canalizar financiamentos diretos para criar essas ideias, sendo genuinamente inovadoras, que pertençam ao Brasil para poder exportar para o mundo, vamos ficar perpetuamente uma nação atrasada. E os políticos não têm capacidade de entender isso. Nem os ministérios estão preparados para isso. Nos Estados Unidos, no Japão, em qualquer lugar, a pergunta fundamental é: qual é o emprego de colarinho-branco para cientista e engenheiro? Mas criação de riqueza é a razão de ter novas tecnologias. E como a tecnologia está sempre se autossuperando, ela cria riqueza e destrói riqueza.

É um problema a ser superado?
No mundo inteiro.

Agora, mudando um pouco de assunto, o senhor tem trabalhos também em redes neurais artificiais e já publicou em revistas da área de biologia.
Eu tenho uma formação em engenharia eletrônica dividida em sistemas e componentes. De vez em quando eu faço uma coisa diferente na área de sistemas, como inteligência artificial com neurônios artificiais. A mais recente é com um aluno espanhol em que utilizamos uma leitora de ondas cerebrais bem barata comprada na Amazon, que lê, por Bluetooth, num *smarthphone*, por exemplo, as ondas cerebrais por meio de um diadema colocado na cabeça. As ondas são separadas por frequência, por exemplo, a onda beta de 20 hertz, a onda teta de 4 hertz. Assim, é possível usar um identificador de frequência e essas ondas como zero e um, então se você relaxa é onda teta, se você foca é onda beta. Em dois meses ele fez um *software* para criar um processador de textos para paraplégicos, a pessoa focaliza na letra A num processador de texto. Se a pessoa pisca ou relaxa, muda de letra, por exemplo. É muito fácil fazer esse tipo de projeto com um sensor de US$ 100 e um celular ou tablete.

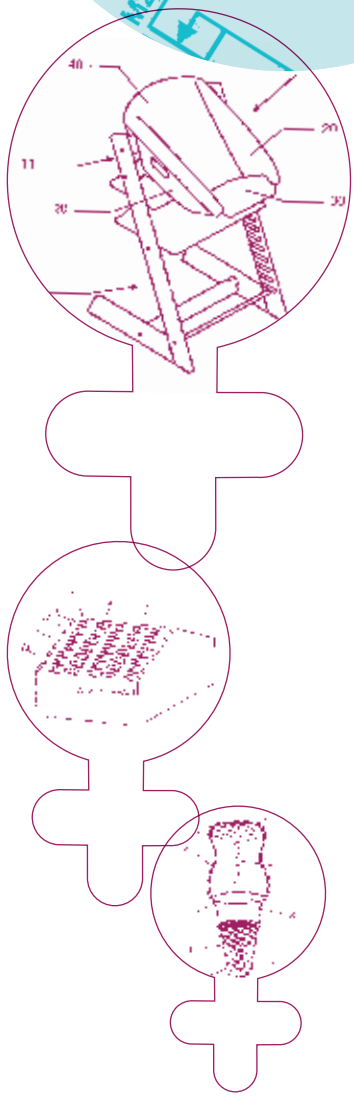
Esse trabalho fica somente na universidade?
Sim, essas coisas mais esotéricas eu faço pela universidade. O processador de texto para paraplégico eu estou ligando agora a uma impressora digital 3D, porque aí o paraplégico pode olhar para uma tela de computador e procurar um objeto que queira fazer. Só com o pensamento. Ele escolhe o menu e manda fazer. Assim, é possível que o pensamento de uma pessoa se transforme em algo em 3D numa impressora, mas sai muita coisa ruim. Isso ainda necessita de muito estudo. Esse tipo de trabalho me dá um grande prazer e os estudantes adoram esses projetos que têm uma realização muito mais rápida do que passar anos inventando uma memória não volátil.■

Territórios femininos



Pesquisa mostra que mulheres já publicam mais artigos, mas avanço é lento em algumas áreas e em posições de prestígio

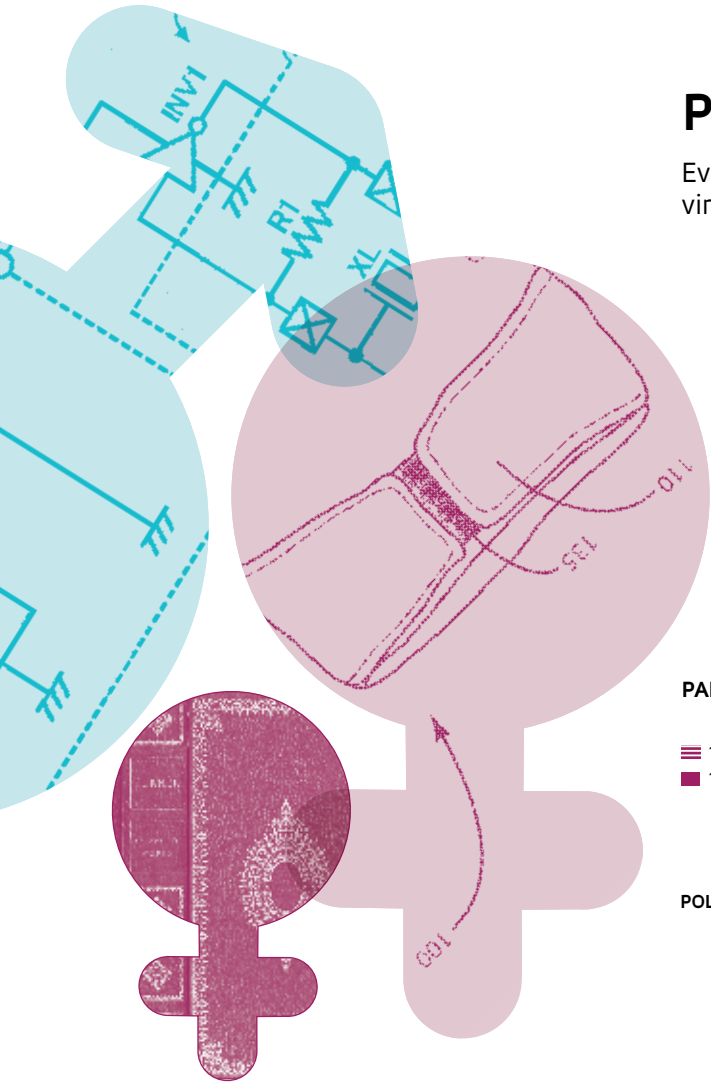
Bruno de Pierro



Um estudo realizado por um grupo de pesquisa sediado na Universidade de Washington, Estados Unidos, indica que a participação de mulheres na publicação de artigos científicos está crescendo em praticamente todas as áreas do conhecimento no mundo, mas o aumento da presença feminina tem menos fôlego quando se analisam em separado os artigos com um único autor, aqueles que resultam do esforço individual de um pesquisador. Também no caso de *papers* com várias assinaturas, em diversos campos do conhecimento, há menos mulheres na posição de autor principal, o responsável pela contribuição mais destacada entre o conjunto de coautores, do que no índice geral. O estudo debruçou-se sobre o acervo de um repositório digital que contém mais de 1.900 periódicos de vários países publicados nos últimos quatro séculos, o Jstor (acrônimo para *Journal Storage*).

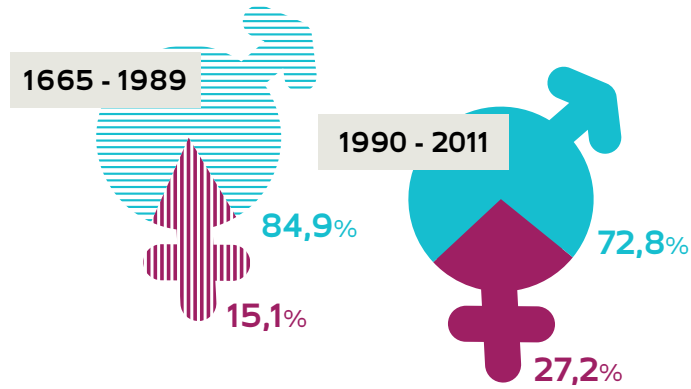
As mulheres representam 21,9% de todos os autores identificados na base Jstor. Mas entre os *papers* com um único autor 17% foram elaborados por mulheres e 83% por homens. "A porcentagem segue muito baixa", diz Jevin West, autor do estudo e professor do Departamento de Biologia da Universidade de Washington. A proporção, é verdade, melhorou nos últimos anos. "Podemos dizer que para as pesquisadoras não há melhor momento do que o presente", propõe Jennifer Jacquet, professora do Programa de Estudos do Meio Ambiente da Universidade de Nova York e também autora do estudo.

A pesquisa faz parte do Projeto Eigenfactor, desenvolvido pela Universidade de Washington com o objetivo de produzir dados e mapeamentos da produção científica, e seus resultados foram organizados em uma plataforma na internet (www.eigenfactor.org/gender/#). West e colegas das universidades de Nova York, Stanford e do Instituto Santa Fé, nos Estados Unidos, fizeram o levantamento dos autores de cerca de 2 milhões de artigos vinculados ao Jstor, representando 1.765 áreas e subáreas do conhecimento e abrangendo o período entre 1665 e 2011. O estudo também mostra quais são os grandes temas e as áreas do conhecimento em que as mulheres mais se destacam e em quais são francamente minoritárias. "As áreas que tendem a ter maior participação feminina são aquelas relacionadas a educação, sociologia e família", observa Jevin West. As ca-

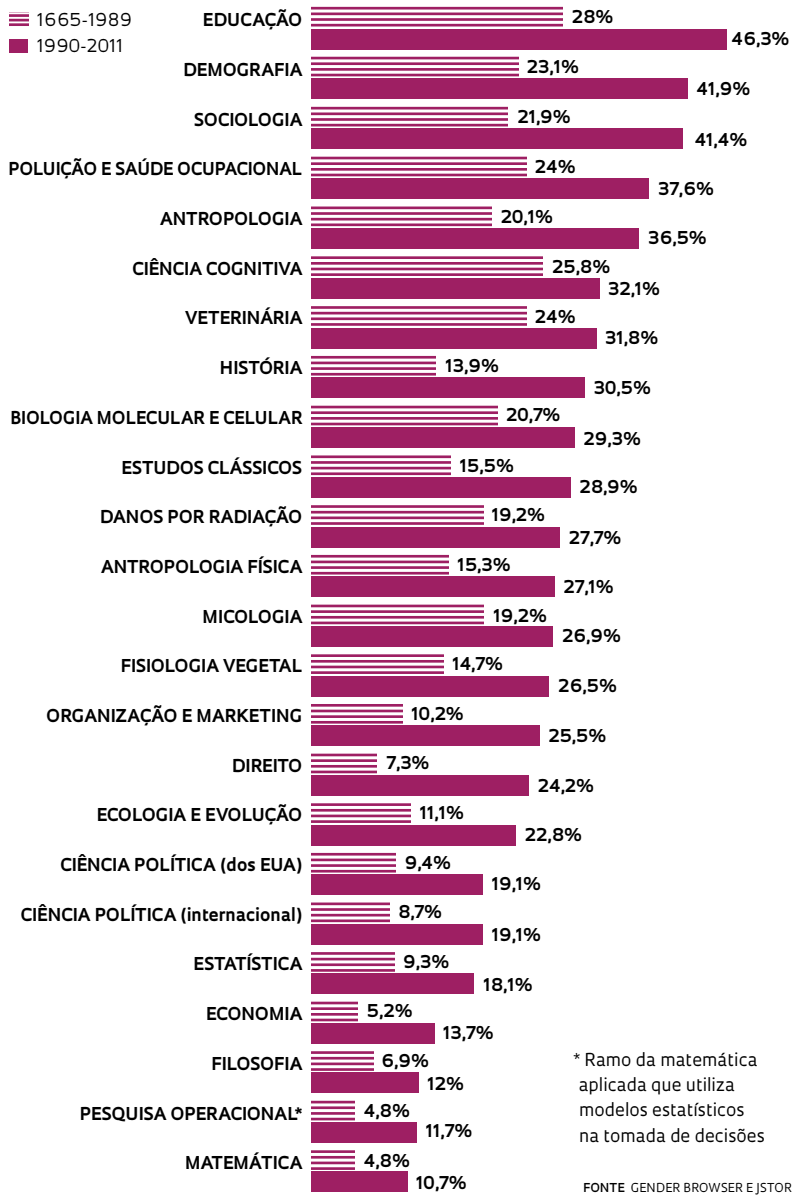


Presença crescente

Evolução de autor por gênero em publicações científicas vinculadas à base de dados Jstor



PARTICIPAÇÃO DE AUTORES DO SEXO FEMININO POR ÁREA



* Ramo da matemática aplicada que utiliza modelos estatísticos na tomada de decisões

FONTE GENDER BROWSER E JSTOR

tegorias com maior participação feminina, entre 1665 e 2011, são, entre outras: divisão do trabalho doméstico (68,4% do total); literatura do século XIX (65,5%); aborto (63,6%); e usos da linguagem (59,8%). Já os campos do conhecimento com menor participação das mulheres na publicação de artigos são matemática (6,6%), filosofia (9,4%) e metodologia econômica (4%), entre outras (*ver gráfico*). Algumas áreas, como engenharias e física, não foram mapeadas no estudo, pois não estão bem representadas no acervo do Jstor.

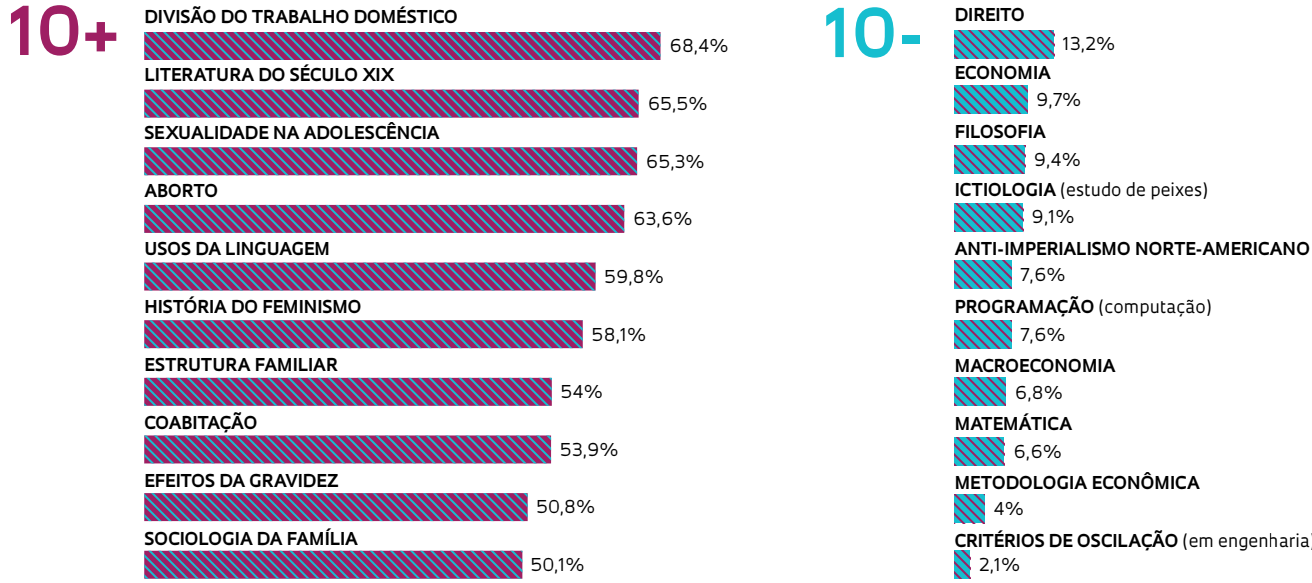
A posição ocupada por mulheres na lista de coautores de artigos escritos por várias pessoas recebeu atenção especial no estudo. Constatou-se que, em muitas áreas, elas estão sub-representadas tanto na primeira posição da lista, que em geral indica o autor principal, quanto na última, usualmente reservada para o orientador ou coordenador do grupo de pesquisa. No caso da biologia molecular e celular, por exemplo, a participação da mulher como autora principal ou única do artigo foi de 15,8% entre 1665 e 2010 – diante de 26,7% de participação feminina sem levar em conta a posição.

Os pesquisadores levantaram um conjunto de hipóteses para explicar o número inferior de mu-

INFOGRÁFICO E ILUSTRAÇÃO ANA PAULA CAMPOS **IMAGENS** REPRODUÇÕES DO GOOGLE PATENTS

Diferenças marcantes

Temas de pesquisa com maior e menor participação de autores do sexo feminino em artigos da base Jstor (1665-2011)

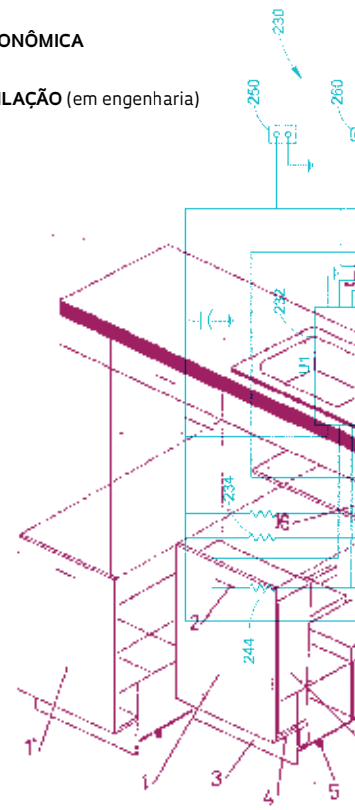


lheres nas posições mais destacadas. Ampararam-se, por exemplo, em estudos segundo os quais as pesquisadoras seriam menos propensas que os homens a se envolver em projetos colaborativos, aqueles que rendem *papers* com vários autores. Num desses trabalhos, realizado em 2001, Mary Frank Fox, do Georgia Institute of Technology, observou que as mulheres colaboravam menos do que os homens, tanto na graduação quanto em estágios mais avançados de pesquisa e também na publicação de artigos, depois de aplicar um questionário a 5 mil estudantes de 22 universidades.

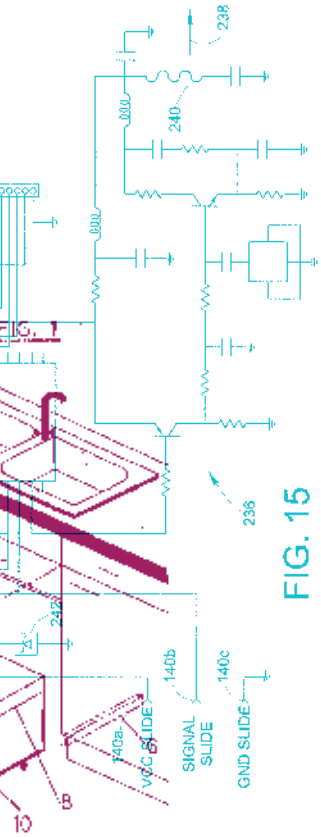
NEGOCIAÇÃO

Outra hipótese é que, nas negociações informais para discutir a posição de cada um na lista de autores, os homens negociem com mais assertividade. West e sua equipe mencionam o livro *Women don't ask: the high cost of avoiding negotiation – and positive strategies for change* (2007), de Linda Babcock e Sara Laschever. A obra reúne centenas de depoimentos de mulheres para propor que os homens seriam quatro vezes mais propensos a pedir aumento salarial e a expor o desejo de ser promovido do que as mulheres com as mesmas qualificações. Nos anos 1990, Sara participou do Project Access, um estudo da Universidade Harvard sobre as mulheres em carreiras científicas financiado pela National Science Foundation. A pesquisa mostrou, entre outras conclusões, que as pesquisadoras norte-americanas geralmente preferiam trabalhar em problemas de pesquisa considerados nichos, em vez de mergulhar em temas emergentes que atraíam a competição de muitos pesquisadores.

O estudo da Universidade de Washington apresenta um panorama da publicação científica, mas não esmiúça as diferenças entre países. No Japão, por exemplo, as mulheres compunham apenas 11,1% da força de trabalho acadêmica do país em 2004, enquanto Portugal apresentava uma taxa de 40%, segundo dados da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, a situação é considerada mais favorável na comparação com outros países. "Aqui, a entrada de mulheres é cada vez maior em todos os níveis acadêmicos", diz Jacqueline Leta, professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e estudiosa das questões de gênero na ciência. Dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) mostram que as mulheres ampliam seu espaço na pesquisa científica, mas esse crescimento é mais lento no topo da carreira. Em 2010, elas alcançaram a maioria entre estudantes de doutorado no Brasil, com cerca de 55% do total – em 2000 eram 49%. Já em número de pesquisadores, respondem pela metade do contingente brasileiro. Entre os líderes de grupos de pesquisa, as brasileiras também vêm conquistando espaço: eram 45% do total de líderes em 2010, ante 39% em 2000. Jacqueline Leta observa, no entanto, que os homens recebem mais bolsas de produtividade do CNPq do que as mulheres. "Isso não deixa de ser um complemento salarial", diz ela.



“As áreas que tendem a ter maior participação feminina são educação, sociologia e família”, diz Jevin West



Na avaliação de Maria Conceição da Costa, pesquisadora do Núcleo de Estudos de Gênero Pagu, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a dificuldade da mulher de atingir o topo da carreira científica no Brasil mostra os limites do discurso segundo o qual o ambiente acadêmico é meritocrático. “À medida que elas sobem na carreira, independentemente da área, mais preconceito têm de enfrentar”, afirma. Já a geneticista Mayana Zatz, da Universidade de São Paulo (USP), não considera o preconceito um problema. “Não acredito que no Brasil as pesquisadoras sejam discriminadas. Já não posso dizer o mesmo dos Estados Unidos, onde até o salário delas é inferior ao dos homens. Lá elas nem sequer têm direito à licença-maternidade”, diz. Para Mayana, a grande dificuldade enfrentada pelas pesquisadoras está no conflito entre as ambições da carreira e o desejo de ser mãe, o que geralmente ocorre entre os 35 e 40 anos.

“Hoje os homens participam mais da educação do filho, mas a amamentação é algo que só pode ser feito pela mulher. Por mais que o pai participe, a carga da mulher é sempre maior. Após esse período, a mulher pode voltar à pesquisa”, diz. Mayana, que teve dois filhos entre o mestrado e o doutorado, antes de completar os 30 anos, revela que contou com a ajuda de uma babá, o que lhe permitiu abreviar o período em que ficou afastada da universidade. “Hoje, certamente é mais difícil contar com esse tipo de retaguarda aqui no Brasil, mas ainda temos mais opções do que nos Estados Unidos”, completa. Maria Conceição da Costa, da Unicamp, diz que muitas mulheres acabam desistindo de competir pelo topo da carreira científica porque, com vários interesses na vida, “não veem sentido em dedicar-se integralmente a um esquema ultracompetitivo”.

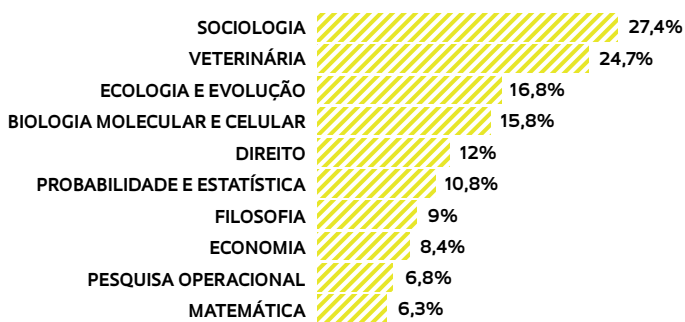
A baixa participação das mulheres em certas áreas do conhecimento, como as ciências exatas e as engenharias, é um problema mundial, atribuído, em grande medida, a fatores culturais. Suely Druck, professora do Instituto de Matemática da Universidade Federal Fluminense (UFF), acredita que a origem da baixa participação feminina na pesquisa em áreas de exatas esteja no ensino básico. Segundo Suely, conforme avançam para o ensino médio, as meninas perdem o interesse pela matemática. “É nesta fase que elas precisam ser aceitas em grupos de amigos, e por isso não querem ser identificadas como *nerds*”, diz. A pesquisadora foi mentora, em 2005, da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP). Ela verificou que, desde a realização da primeira edição da competição, as meninas correspondem a 45% dos premiados no nível 1, que compreende alunos do 6º e 7º anos do ensino fundamental. No nível 2 da competição (8º e 9º anos) a participação entre os premiados cai para 20%. E no último nível (ensino médio) as garotas representam só 7% dos vencedores.

GOSTO PELA ESCRITA

No caso de Beatriz Barbuy, professora do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, o gosto pela escrita científica é determinante para a qualidade do trabalho. “É quando consigo organizar as ideias e o rumo da minha pesquisa”, diz Beatriz, que já publicou cerca de 210 artigos em revistas científicas internacionais, que foram alvo de citação em 8 mil trabalhos de pesquisadores. Ela, no entanto, faz uma ressalva: “Sinto que muitos pesquisadores evitam citar mulheres em seus trabalhos”.

Mayana Zatz reconhece que as mulheres são menos agressivas para se autopromover. “O homem se vende melhor no ambiente de pesquisa”, afirma. Um estudo da Universidade da Califórnia, divulgado recentemente, mostra que as pesquisadoras da área de ciência política evitam usar seus trabalhos anteriores como referência nos novos artigos – uma prática mais comum entre homens. De acordo com a pesquisa, comandada por Barbara Walter, da Universidade da Califórnia, San Diego, mulheres não são tão incisivas como os homens em relação à autopromoção. O estudo analisou 3 mil artigos publicados entre 1980 e 2006 em 12 periódicos. Os *papers* assinados apenas por homens foram citados cinco vezes a mais do que aqueles assinados unicamente por mulheres. Isso acontece, segundo a pesquisa, porque as mulheres evitam a autocitação – e também porque os homens citam outros homens com uma frequência maior do que se esperaria. ■

PARTICIPAÇÃO FEMININA COMO AUTOR PRINCIPAL OU ÚNICO DE ARTIGOS



FONTE GENDER BROWSER E JSTOR

Pelotão de elite

Novo indicador mostra os países e as instituições que mais publicam em revistas do grupo Nature

Fabrício Marques

Um novo conjunto de indicadores está disponível para avaliar a qualidade da produção científica de países e instituições. Trata-se do Nature Publishing Index (NPI), baseado no universo de artigos divulgados em 18 publicações científicas do Nature Publishing Group. Além da própria *Nature*, que foi fundada em 1869 e divulgou grandes avanços como a estrutura do DNA, há também uma série de títulos especializados em vários campos do conhecimento criados nos últimos anos, como *Nature Genetics*, *Nature Geosciences* e *Nature Biotechnology*, entre outros. Como publicar em revistas de alto impacto é uma credencial para a carreira dos cientistas e o acesso a verbas para pesquisa, o grupo Nature aposta que seus indicadores se tornarão uma referência. "Nossas interpretações não são definitivas, mas esperamos que nossas análises estimulem cada vez mais o uso do NPI por instituições e pesquisadores", escreveu David Swinbanks, diretor de mercados regionais e comunicações médicas e científicas do grupo Nature, na apresentação do relatório com as principais conclusões do índice, que reúne dados de 2012. O índice já era compilado desde 2008 para instituições e países da Ásia e do Pacífico, e agora se tornou global.

Os Estados Unidos se destacam nos indicadores, com cinco das 10 instituições de pesquisa líderes (universidades Harvard e Stanford, MIT, Institutos Nacionais de Saúde e Universidade de Washington). Mas os dados sobre a ascensão da China são os que mais impressionam. O país agora dispõe de nove instituições entre as 200 mais destacadas no índice de 2012 – e tinha apenas três no levantamento de 2011. A Academia Chinesa de Ciências, que reúne mais de uma centena de institutos de pesquisa e duas universidades, acaba de superar a Universidade de Tóquio como a instituição da região da Ásia e do Pacífico com maior produção nas revistas analisadas e vai aparecer em 2013 entre as 10 mais do *ranking*. Entre as 10 com melhor classificação em 2012 figuram instituições da Alemanha (Max Planck Society), da França (Centro Nacional de Pesquisa Científica), da Inglaterra (Universidade de Cambridge) e da Suíça (Instituto Federal de Tecnologia de Zurique).

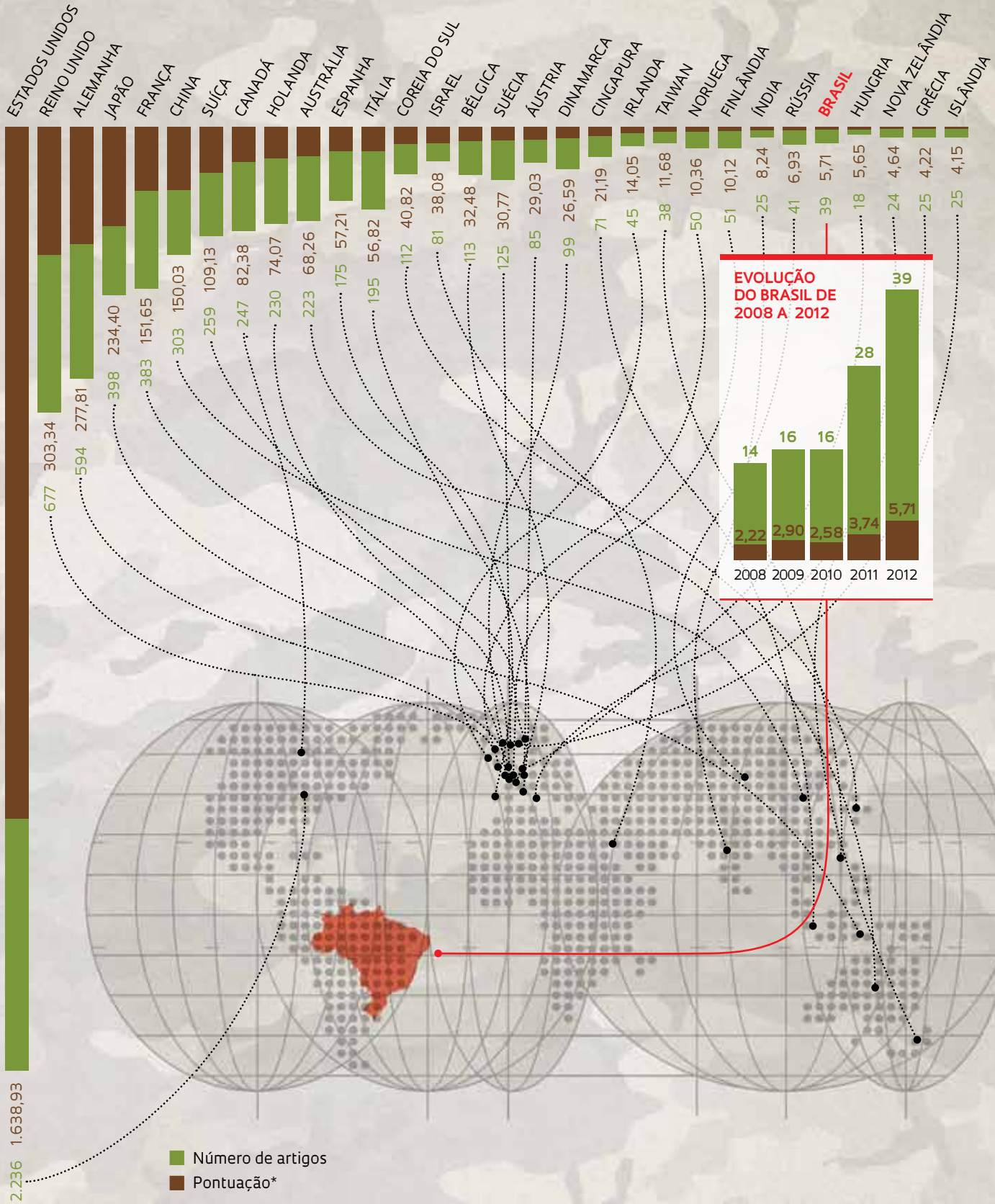
Outros destaques dos indicadores, segundo o relatório da *Nature* sobre os resultados, são a Irlanda, que subiu da 30ª para a 20ª posição quando se comparam os indicadores de 2012 com os de 2008 – e o Brasil, que ascendeu sete posições no período e é o 27º. O índice permite analisar o desempenho dos países e instituições por quatro grandes áreas. O Brasil se sai melhor nas ciências da Terra e em física, em que alcança a 24ª posição. Em química aparece na 29ª e em ciências da vida, na 27ª. Outros países emergentes apontados pelo *ranking* são a Arábia Saudita e o Quênia.

Segundo o *Journal Citation Reports* de 2012, o fator de impacto da revista *Nature* foi de 38,5, o mais alto entre revistas científicas multidisciplinares. Equivale a dizer que os artigos publicados pela revista em 2010 e 2011 foram citados, em média, 38,5 vezes em periódicos indexados no ano de 2012. As demais revistas que participam do índice tiveram fator de impacto de 11,9, caso da *Nature Structural and Molecular Biology*, a até 35,2, caso da *Nature Genetics*. Se o índice da *Nature* é útil para mostrar a capacidade dos países de publicarem em revistas de impacto elevado, algumas limitações recomendam que os dados sejam tomados com cautela. Com exceção da *Nature* e da *Nature Communications*, que tem caráter multidisciplinar, as demais publicações da lista são vinculadas a disciplinas em

INFOGRÁFICO ANA PAULA CAMPOS

Um *ranking* de impacto

As nações cujos pesquisadores mais publicaram num grupo de 18 periódicos do grupo Nature em 2012



*A pontuação, ou contagem corrigida (CC), calcula o peso relativo das instituições, ao levar em conta o número de instituições afiliadas informadas por cada autor e a porcentagem de autores por instituição. A pontuação dos países é a soma das pontuações de suas instituições

FONTE NPI

"Ainda é difícil para a maioria dos brasileiros participar de colaborações internacionais e publicar em revistas de alto impacto", diz Gorab

áreas específicas do conhecimento, como ciências da vida, da Terra, física e química. O universo de publicações é pouco representativo, por exemplo, da produção em ciências aplicadas, engenharias e medicina clínica.

O Nature Publishing Index oferece dois tipos de indicadores, a partir dos quais são construídos *rankings* de países e de instituições, que podem ser universidades, institutos públicos e até empresas – companhias como a IBM ou as farmacêuticas Roche e Novartis aparecem no grupo das 200 mais destacadas. Um dos indicadores é o número absoluto de artigos publicados. Um conjunto de 3.560 artigos foi publicado em 2012. Os Estados Unidos lideram, com 2.232 pesquisadores assinando artigos, seguidos pelo Reino Unido (677) e a Alemanha (594). Há participação de pesquisadores brasileiros em 39 artigos. O segundo indicador é a chamada contagem corrigida, uma pontuação também baseada na quantidade de artigos, mas que pondera o peso relativo de cada instituição nos *papers*.

Não há instituições brasileiras na lista das 200 melhores do NPI. A Universidade Federal do Rio de Janeiro é a mais destacada do país, com a pontuação da contagem corrigida de 1,26 – reflexo, em grande medida, de publicações sobre ensaios clínicos envolvendo o uso de células-tronco em tratamentos cardíacos. A Universidade de São Paulo (USP) aparece em seguida, com pontuação de 0,79 – a situação no *ranking* se inverte quando se levam em conta os artigos publicados apenas na *Nature*. Em seguida aparecem o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (0,60), a Universidade Estadual de Campinas (a Unicamp, com 0,38) e a Universidade Estadual do Norte Fluminense (0,28). A análise do NPI ressalta pontos positivos do Brasil, como o crescimento de 29% ao ano na pontuação da contagem corrigida, e também os negativos, como o impacto restrito da ciência brasileira e a ainda baixa participação em colaborações internacionais.

CONTRIBUIÇÃO ORIGINAL

Dario Zamboni, professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, afirma que não basta ter resultados consistentes para publicar em revistas do grupo Nature. "É preciso que a pesquisa traga uma contribuição nova e original e se baseie em ensaios robustos", afirma ele, que recentemente publicou um artigo, resultado da tese de doutoramento de um aluno, sobre os mecanismos de imunidade contra a leishmaniose na *Nature Medicine*. O trabalho foi realizado em seu laboratório, no âmbito de um projeto do Programa Jovem Pesquisador da FAPESP. Zamboni conta que resistiu à pressão para publicar resultados parciais no decorrer da pesquisa, que tirariam a originalidade do trabalho. "Eu havia feito meu pós-doutorado nos Estados Unidos e publicado um artigo na *Nature Immunology* na época. Esse artigo foi muito importante para o meu estabelecimento como pesquisador independente no Brasil. No caso desse artigo na *Nature Medicine*, a gente percebeu que tinha um trabalho com bom potencial e resolvemos consolidar a pesquisa antes de publicar", afirma. O trabalho levou cerca de quatro anos desde a concepção até a redação do manuscrito. O artigo foi bem recebido pelos *referees*, que pediram, contudo, mais ensaios. Após a submissão inicial, foram mais seis meses de trabalho até que o artigo fosse aceito.

Coautor de um artigo publicado recentemente na revista *Nature Structural & Molecular Biology* sobre um tipo raro de estrutura presente no material genético de moscas, o DNA de tripla hélice (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 207*), Eduardo Gorab, professor do Instituto de Biociências da USP, também ressalta que um pesquisador passa a ser mais respeitado quando publica num periódico desse tipo. "A ciência no Brasil é muito heterogênea e ainda é difícil, para a maioria dos pesquisadores, participar de parcerias internacionais e publicar em revistas de grande impacto", diz. Mas Gorab vê com cautela a posição desfavorável do Brasil no índice da *Nature*. "Existe um viés contra artigos de países em desenvolvimento e fico me perguntando se o artigo da tripla hélice teria sido aceito da mesma forma se tivesse sido feito apenas no Brasil", diz, referindo-se à colaboração que envolveu instituições como o Centro Nacional de Pesquisa Científica e a Universidade de Estrasburgo, ambos da França.

Para Rogério Meneghini, coordenador científico da biblioteca SciELO Brasil, é cedo para calcular o prestígio que o indicador da *Nature* alcançará na comunidade acadêmica, mas ele destaca que o grupo Nature tem se preocupado em expandir sua marca, criando revistas vinculadas a disciplinas e de alcance regional, mas com qualidade editorial comparável ao da revista-mãe. "Já foram lançadas as revistas *Nature China* e *Nature Índia* e eu não me surpreenderia se surgisse uma *Nature América Latina* ou até mesmo uma *Nature Brasil*", afirma. "Também dá para imaginar que o indicador reúna no futuro a produção de um grupo maior de revistas do grupo, e não apenas as 18 atuais, e sirva não apenas como uma referência de produção de qualidade, mas também como uma ferramenta para a expansão da *Nature* no mercado das editoras científicas", afirma. ■

O mundo mais quente

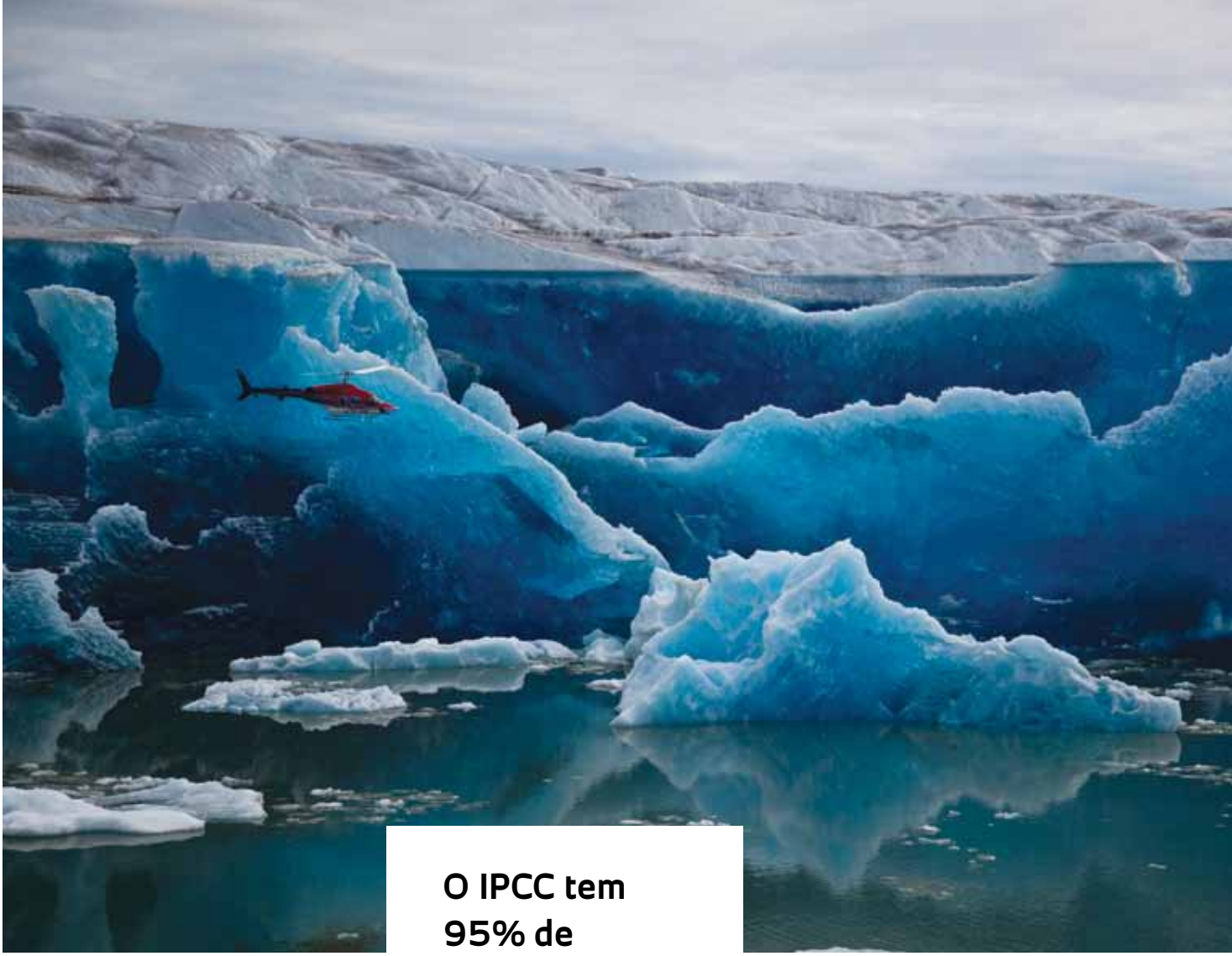
Relatório do IPCC amplia grau de confiança sobre diagnóstico das mudanças climáticas

Branqueamento de corais: oceanos ficam mais ácidos com a absorção crescente de CO_2

NOAA

As contribuições brasileira e sul-americana para o 5º Relatório de Avaliação sobre o Meio Ambiente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), cujos resultados começaram a ser divulgados no mês passado, foram mais significativas do que em avaliações anteriores, diz José Marengo, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Marengo, um dos brasileiros que participaram do grupo de trabalho 1, responsável pelo capítulo sobre os fundamentos da ciência física das mudanças climáticas na nova avaliação, explica que os modelos do relatório apresentam reduções de chuva até 2100 na Amazônia do Leste e no Nordeste brasileiro, e aumentos de chuva na bacia do Prata. Esses resultados são consistentes com os de trabalhos desenvolvidos no Brasil, apontando um aquecimento em toda a América do Sul, sendo maior na Amazônia. Estudos de pesquisadores de universidades de São Paulo e do Rio de Janeiro e do Inpe são mencionados na nova avaliação e, pela primeira vez, o Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (Besm, na sigla em inglês) foi considerado pelo relatório do IPCC, embora ele ainda esteja em desenvolvimento, afirma Marengo. O modelo regional desenvolvido no Brasil também foi incorporado ao primeiro relatório de avaliação nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), apresentado na 1ª Conferência Nacional de Mudanças Climáticas que aconteceu em São Paulo entre 9 e 13 de setembro. O relatório brasileiro formulou uma síntese inédita do estado da arte da produção científica nacional sobre o tema (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 210*).

O IPCC divulgou em Estocolmo, na Suécia, no dia 27 de setembro, o documento de 36 páginas com o sumário executivo para tomadores de decisão (SPM, na sigla em inglês) do grupo de trabalho 1. Outros dois capítulos do 5º relatório, que analisam aspectos das mudanças climáticas como impactos e medidas de mitigação, serão divulgados até o final de 2014. Os resultados do 5º relatório são amparados num conjunto de artigos e informações científicas mais rico e detalhado do que os disponíveis em relatórios anteriores. O caso dos oceanos é um exemplo. Graças em boa medida ao programa Argo, um sistema de observação oceânica que envolve cerca de 30 nações de todos os continentes, aumentou significativamente nos últimos 10 anos a coleta de dados a até 2 mil metros de profundidade. Foram observados sinais de alterações, atribuídos às mudanças climáticas, em propriedades como a temperatura e a salinidade das águas, a concentração de carbono e de oxigênio, o pH e o nível do mar. "Os dados obtidos em pesquisas publicadas em



O IPCC tem 95% de certeza de que a ação humana é a causa dominante do aquecimento global

revistas científicas avaliadas por pares não deixam dúvidas de que os oceanos estão mudando em resposta às mudanças climáticas", afirma Edmo Campos, professor do Instituto Oceanográfico da USP, que atuou na elaboração do relatório no capítulo dedicado ao diagnóstico dos oceanos. Campos afirma que o grupo evitou trabalhar com informações baseadas em modelos, pois, no caso dos oceanos, eles não estão tão desenvolvidos como os da atmosfera. "Nosso relatório não é baseado apenas na literatura publicada, mas também na análise de dados primários em que esses trabalhos científicos se baseiam. Foi um trabalho extenuante. Nos reunimos na China, no Marrocos, na França e na Austrália, e nos mantivemos em contato pela internet. Havia dois coordenadores na Alemanha e um na Austrália. Sempre algum deles estava acordado, pondo a gente para trabalhar. Foi um grande aprendizado", afirma. Como em todos os cenários previstos as concentrações de CO_2 serão maiores em 2100 em comparação aos níveis atuais, parte do CO_2 continuará a ser absorvida pelos oceanos. Por isso, é "virtualmente certo" (99% de probabilidade) que a acidificação dos mares vá aumentar. No melhor dos cenários, a queda no pH será entre 0,06 e 0,07. No pior, cairá entre 0,30 e 0,32.

CAUSAS E PERSPECTIVAS

Se não trouxe propriamente novidades em relação a avaliações anteriores, o texto divulgado em Estocolmo mostra que as pesquisas feitas nos últimos seis anos tornam ainda mais evidentes as causas das mudanças climáticas e as perspectivas geradas por elas. Segundo o documento, os cientistas têm 95% de certeza quando afirmam que a ação humana é a "causa dominante" do aquecimento global que se intensificou na década de 1950. No relatório anterior, o grau de confiança já era alto, mas na casa dos 90%. "Nossa avaliação sobre o estado da arte da ciência mostra que a atmosfera e os oceanos aqueceram, a quantidade de neve e gelo diminuiu, o nível médio do mar subiu e as concentrações de gases estufa aumentaram", disse Qin Dahe, copresidente do grupo de trabalho 1. O sumário executivo foi divulgado após cinco dias de debates entre 195 representantes de governos e corresponde ao trabalho de 260 cientistas que analisaram mais de 9 mil artigos científicos.

As três últimas décadas, aponta o documento do IPCC, têm sido sucessivamente mais quentes do que qualquer

Derretimento da cobertura de gelo na Groenlândia: extensão está diminuindo gradativamente

HENRIK EGEDE LASSEN /ALPHA FILM / NOAA

"Se o nível dos oceanos subir mais 60 centímetros, haverá forte erosão das áreas costeiras", disse Paulo Artaxo

outra anterior, desde 1850. As concentrações na atmosfera de gás carbônico (CO_2) aumentaram em 40% desde os tempos pré-industriais, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, mas também pela mudança no uso da terra. Os oceanos absorveram cerca de 30% desse CO_2, sofrendo, por isso, com a acidificação. Os oceanos também foram o principal destino da crescente energia armazenada no sistema climático devido ao aquecimento. O fenômeno levou ao aquecimento dos oceanos e à perda de massa das camadas de gelo tanto no Ártico quanto na Antártida – a cobertura de gelo no mar Ártico e no hemisfério Norte durante a primavera vem perdendo gradativamente sua extensão. A taxa de aumento do nível do mar desde meados do século XIX tem sido maior do que a observada nos 2 mil anos anteriores – entre 1901 e 2010, a elevação foi de 0,19 metro.

MUDANÇAS INDESEJÁVEIS

O painel alerta que a manutenção das altas emissões de gases de efeito estufa irá causar mais aquecimento e mudanças indesejáveis no sistema climático. Conter essas mudanças, segundo o grupo de trabalho, vai exigir "reduções substanciais e sustentadas de emissões de gases estufa". O cenário mais otimista prevê um aumento da temperatura terrestre entre 0,3°C e 1,7°C de 2010 até 2100 – enquanto o nível do mar poderia subir entre 26 e 55 centímetros ao longo deste século. Já no pior cenário, em que as emissões crescem em ritmo acelerado, a superfície da Terra poderia aquecer entre 2,6°C e 4,8°C ao longo deste século, fazendo com que o nível dos oceanos aumente entre 45 e 82 centímetros. "O nível dos oceanos já subiu em média 20 centímetros entre 1900 e 2012. Se subir outros 60 centímetros, com as marés, o resultado será uma forte erosão nas áreas costeiras de todo o mundo", disse à *Agência FAPESP* Paulo Artaxo, professor do Instituto de Física da USP e um dos membros do grupo de trabalho 1, ao participar de um dos simpósios do FAPESP Week London (*ver reportagem na página 42*). "Rios como o Amazonas, por exemplo, sofrerão forte refluxo de água salgada, o que afeta todo o ecossistema local", disse Artaxo, um dos membros da coordenação do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais.

O IPCC reconheceu ter havido uma queda na taxa de aquecimento do planeta nos últimos 15 anos – passando de 0,12°C por década (entre 1951 e 2012) para 0,05°C (1998 a 2012). Mas a "pausa" ou "hiato" no aumento das temperaturas foi considerada curta para refletir uma tendência. De acordo com Artaxo, o fenômeno se deve a dois fatores principais: a maior absorção de calor em águas profundas (maiores que 700 metros) e a maior frequência de fenômenos La Niña, que alteram a taxa de transferência de calor da atmosfera aos oceanos. "O processo é bem claro e documentado em artigos publicados em revistas científicas de prestígio. Ainda assim, o planeta continua aquecendo de forma significativa", afirmou. "A pausa aparece claramente na costa sul do Peru e do Chile onde a temperatura tem diminuído em quase 1°C desde 1970", diz José Marengo, do Inpe.

A ausência na avaliação do IPCC de um estudo científico recente sobre a "pausa" chegou a ser criticada por pesquisadores para os quais as mudanças climáticas seriam uma contingência natural e por políticos e empresários contrários a medidas de contenção da emissão de gases estufa que afetam seus interesses. O *paper* em questão não foi analisado por uma razão simples: sua publicação aconteceu depois de 15 de março – data limite da literatura avaliada no relatório. Paulo Artaxo não vê motivo para controvérsia. "Temos 9,2 mil referências científicas. Este *paper* é um só e foi publicado depois do *deadline*, como centenas de outros *papers*. Além disso, reforça que os oceanos estão absorvendo calor da atmosfera a taxas mais altas", afirmou. Um editorial da revista *Nature* sugeriu que o painel deveria se dedicar mais à produção de relatórios breves sobre tópicos emergentes, em vez de se debruçar sobre toda a literatura a cada sete anos como tem sido feito. Dessa forma, produziriam efeitos imediatos e evitariam o risco de, depois de mobilizar pesquisadores num trabalho gigantesco, enfrentar insinuações de que seus dados estão desatualizados. ■ **Fabrício Marques**

Colaboração de qualidade

FAPESP Week London mostra amadurecimento da cooperação entre a ciência de São Paulo e a do Reino Unido

Brasil e Reino Unido estão se tornando parceiros cada vez mais frequentes na pesquisa científica graças a acordos de cooperação que apresentam resultados sólidos, observou David Willetts, ministro para Universidades e Ciência do Reino Unido, na sessão de abertura do FAPESP Week London, um simpósio realizado pela FAPESP na capital inglesa com apoio do British Council e da Royal Society, entre os dias 25 e 27 de setembro. "Em várias visitas ao Brasil pude verificar a qualidade da colaboração científica entre o Brasil e o Reino Unido e queremos ver essa colaboração avançar muito mais", disse Willetts. "As atividades da FAPESP em financiar pesquisa de classe mundial são conhecidas há muito tempo. E o que temos feito aqui no Reino Unido, especialmente nos dois últimos anos, é garantir o avanço desses programas de colaboração com o estado de São Paulo por meio da FAPESP."

A presença do ministro na abertura do evento, assim como uma série de acordos e negociações com universidades e o setor privado do Reino Unido, demonstrou o amadurecimento da cooperação entre pesquisadores paulistas e britânicos. A FAPESP já mantinha parcerias com os sete Conselhos de Pesquisa do Reino Unido (RCUK), com o British Council e com 13 universidades britânicas. No simpósio em Londres, novas parcerias foram anunciadas e algumas das já estabelecidas se intensificaram. No dia 25 de setembro foram assinados memorandos de entendimento (MoU, na sigla em inglês) para estabelecer cooperação entre pesquisadores de São Paulo e do Imperial College London, universidade criada em 1907 com forte foco em medicina, engenharia, ciência e negócios. Também foram anunciados acordos com a Universidade de Cambridge, que havia sido fechado no dia 2 de setembro, e com a Universidade de Manchester. "A forte cooperação da FAPESP com universidades britânicas mostra a densidade do intercâmbio científico promovido pela Fundação no Reino Unido, tanto em termos absolutos como comparativos", afirmou Celso Lafer, presidente da Fundação. "O Brasil está consolidando seu *status* e evoluindo para uma das principais economias do mundo baseadas no conhecimento. Por isso estamos abertos a fazer parcerias de pesquisa com instituições europeias que realizam pesquisa", disse.

Foram anunciadas seleções públicas de propostas no âmbito de acordos de cooperação que a FAPESP mantém com a Universidade de Edimburgo e com o King's College London (KLC), ambas para intercâmbio de pesquisadores e bolsistas de pós-doutorado. Parcerias já em curso tiveram desdobramentos. Sete projetos foram aprovados na chamada de propostas de pesquisa lançada recentemente pela FAPESP e o British Council para apoio à realização de *workshops* em quaisquer áreas do conhecimento. O objetivo é compartilhar experiências e promover o intercâmbio de pesquisadores. Houve propostas contempladas em áreas como comunicação,

MARCO CAMILO PRODUCTION

Abertura do FAPESP Week London: (*da esq. para a dir.*) Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da FAPESP; Paul Boyle, presidente do Economic and Social Research Council do Reino Unido; o embaixador do Brasil em Londres, Roberto Jaguaribe; o chefe executivo do British Council, Martin Davidson; e Celso Lafer, presidente da FAPESP

telecomunicações, odontologia e enfermagem, entre outras. "Quando cientistas de vários países interagem, eles têm mais e melhores ideias", afirmou Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da FAPESP. "Buscamos atrair pesquisadores e professores visitantes de qualidade mundial. Nossas universidades estão em ascensão nos *rankings* mundiais, com um grande aumento na qualidade e quantidade de publicações impactantes de autoria de cientistas brasileiros. Podemos estar perto de um ponto de inflexão no reconhecimento global do impacto da ciência de ponta que está sendo feita no Brasil", afirmou.

A FAPESP e a BG Brasil (membro do BG Group, sediado no Reino Unido) assinaram, na sede da embaixada brasileira em Londres, um acordo de cooperação que prevê investimentos de até US$ 20 milhões em pesquisas sobre produção e consumo de energia limpa ao longo de um período de cinco anos. O objetivo é a criação de um Centro de Pesquisa para Inovação em Gás, no estado de São Paulo. Para Lafer, já que o Brasil emerge como um produtor global de energia, o centro ajudará a fortalecer a reputação do país em relação a práticas responsáveis de consumo de energia.

"Há uma intensa atividade de internacionalização ocorrendo na FAPESP e o simpósio deu visibilidade a esse movimento", disse Marcelo Knobel, professor do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e coordenador científico do FAPESP Week London. "A cooperação com a FAPESP é reconhecida no Reino Unido e, não por acaso, tivemos respostas positivas de todos os cientistas que convidamos", afirmou, referindo-se, por exemplo, à presença de Tony Hey, vice-presidente da Microsoft Research Connections, braço de pesquisa da Microsoft, que veio dos Estados Unidos para participar do evento, e de nomes como Simon Campbell, que foi presidente da Royal Society of Chemistry e se tornou conhecido como

"As atividades da FAPESP em financiar pesquisa de classe mundial são conhecidas", disse o ministro David Willetts

o descobridor do Viagra. "Houve também uma reunião com representantes de 14 conselhos de pesquisa da Europa, universidades europeias e de conselhos de pesquisa, e o interesse em estabelecer novas parcerias com o Brasil foi significativo", disse Knobel. O presidente da FAPESP, Celso Lafer, o vice-presidente, Eduardo Krieger, e o diretor científico, Carlos Henrique de Brito Cruz, participaram da reunião, ocorrida na Royal Society no dia 26 de setembro, que teve a presença de dirigentes de conselhos britânicos e de representantes de agências da Itália, da Dinamarca, da Holanda e da Irlanda.

AMAZÔNIA

O simpósio reuniu pesquisadores brasileiros e britânicos para mostrar resultados de pesquisas conduzidas em instituições de ensino superior e de pesquisa de São Paulo em conjunto com parceiros do Reino Unido. Tópicos de interesse dos dois países, como biodiversidade, mudanças climáticas, bionergia e ciências da saúde, foram debatidos durante os três dias do evento. Pesquisadores brasileiros e britânicos têm sobrevoado a Amazônia desde setembro de 2012, usando equipamentos avançados para investigar como as queimadas na região alteram o clima local e de todo o planeta. Eles participam do projeto South American Biomass Burning Analysis (Sambba), uma das iniciativas da Rede Brasil-Reino Unido de Investigação da Composição da Atmosfera da Amazônia apresentadas pelos professores Paulo Artaxo, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), e Gordon McFiggans, da Universidade de Manchester, no painel sobre mudanças climáticas do FAPESP Week London. "A Amazônia oferece uma oportunidade única de pesquisa e, do ponto de vista científico, é muito interessante tentar entender a complexa rede de interações entre clima, biologia, atmosfera, química, física, além de fatores socioeconômicos e aspectos da biodiversidade", disse Artaxo à *Agência FAPESP*. O painel teve a participação dos pesquisadores Luciana Gatti, do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), associado à USP, e Hartmut Boesch, da Universidade de Leicester, no Reino Unido.

Três pesquisadores brasileiros e um britânico expuseram os primeiros resultados de uma colaboração para descobrir como o avanço da idade e certos hábitos de vida – entre eles o sedentarismo e o consumo excessivo de sal – afetam a expressão de genes em determinadas regiões cerebrais responsáveis por funções vitais controladas pelo sistema nervoso autônomo, como a pressão arterial e os batimentos cardíacos. "Se conseguirmos identificar, por exemplo, um gene ativado pela prática de atividade física na parte do cérebro em que estamos interessados, podemos manipular esse gene em animais para aumentar sua expressão e verificar se isso produz o mesmo efeito benéfico dos exercícios para o controle da pressão arterial", afirmou David Murphy, pesquisador da Universidade de Bristol. No Brasil, os professores Lisete Compagno Michelini, da Universidade de São Paulo (USP), e José Antunes Rodrigues, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP), coordenam, cada um deles, projetos temáticos que mantêm colaboração com o grupo de Murphy.

1 Celso Lafer, presidente da FAPESP, e *sir* John Grant, vice-presidente executivo do BG Group, assinam acordo de cooperação na embaixada brasileira

2 Reproduções das imagens da exposição *Brazilian nature*, sobre a biodiversidade brasileira, apresentada na embaixada brasileira em Londres, foram presenteadas no FAPESP Week

3 Eduardo Moacyr Krieger, vice-presidente da FAPESP, e Martyn Poliakoff, vice-presidente da Royal Society

FOTOS MARCO CAMILO PRODUCTION

"O Brasil está evoluindo para uma das principais economias baseadas no conhecimento", disse Celso Lafer

Outros painéis, sobre nanotecnologia, cultura científica, colaborações internacionais e parcerias entre universidades e indústria, tinham como objetivo produzir debates sobre temas emergentes e também estimular novas colaborações. No painel sobre nanotecnologia, o físico Russell Cowburn, do Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, falou sobre a busca de processadores de computadores com um tipo de memória em que os dados fluam em três dimensões, e não em duas, como na memória RAM atual. Segundo Cowburn, ao evoluir para plataformas tridimensionais, os *chips* poderão levar a um grande aumento no desempenho dos dispositivos eletrônicos. Seriam melhores, mas não maiores. "Mesmo levando em consideração os *chips* atuais, temos o potencial de colocar dezenas, centenas ou milhares de camadas sem ter de mudar o tamanho do dispositivo", disse Cowburn à *Agência FAPESP*. Além de Cowburn, a sessão sobre nanotecnologia contou com palestras de Marcelo Knobel, Thoroh de Souza e Paul O'Brien. Knobel, líder de um grupo que realiza pesquisas em materiais magnéticos, falou sobre conceitos básicos de nanomagnetismo. Souza abordou em sua palestra o Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologia (MackGrafe), da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, que, com apoio financeiro da FAPESP, tem sua inauguração prevista para 2014. "Um dos motivos de vir ao FAPESP Week foi buscar novas colaborações", disse Souza. Paul O'Brien, professor da Universidade de Manchester e fundador da Nanoco Technologies, falou sobre a comercialização da nanotecnologia.

UNIVERSIDADE E INDÚSTRIA

A cooperação em pesquisa entre universidade e indústria foi o tema de um painel no último dia do FAPESP Week London, sob a presidência de Marcelo Knobel. Nas apresentações dos expositores ficou claro como essa relação é antiga, enraizada e produtiva em países como o Reino Unido, e como no Brasil só recentemente ela começou a atingir estágios de maior maturidade. Simon Campbell, ex-presidente da Royal Society of Chemistry, falou sobre como a Royal Society, da qual faz parte, "uma entidade essencialmente acadêmica", tem a colaboração com o setor empresarial como uma de suas ações estratégicas já há vários séculos, desde, por exemplo, James Watt, que em 1769 patenteou o motor a vapor. O plano estratégico da Royal Society para 2012-2017 enfatiza o princípio de que muito da pesquisa científica inovadora ocorre na indústria, assegura que tanto o setor empresarial como o público tenham participação ativa na entidade, encoraja o trabalho científico translacional e prioriza a comunicação da ciência para a sociedade.

Celso Lafer fez um balanço positivo do FAPESP Week London. "Sabemos que é importante promover oportunidades para pesquisadores de São Paulo interagirem com os de outros países. Por isso, além de acordos com universidades e os diversos conselhos de pesquisa do Reino Unido, a ideia de realizar esse *workshop* tem o objetivo de formar redes, de criar um entendimento sobre a importância da ciência e de reunir pessoas com os mesmos valores e visão de mundo", disse. ■

Quando comer **aumenta** a fome

Dieta rica em gorduras reduz a saciedade

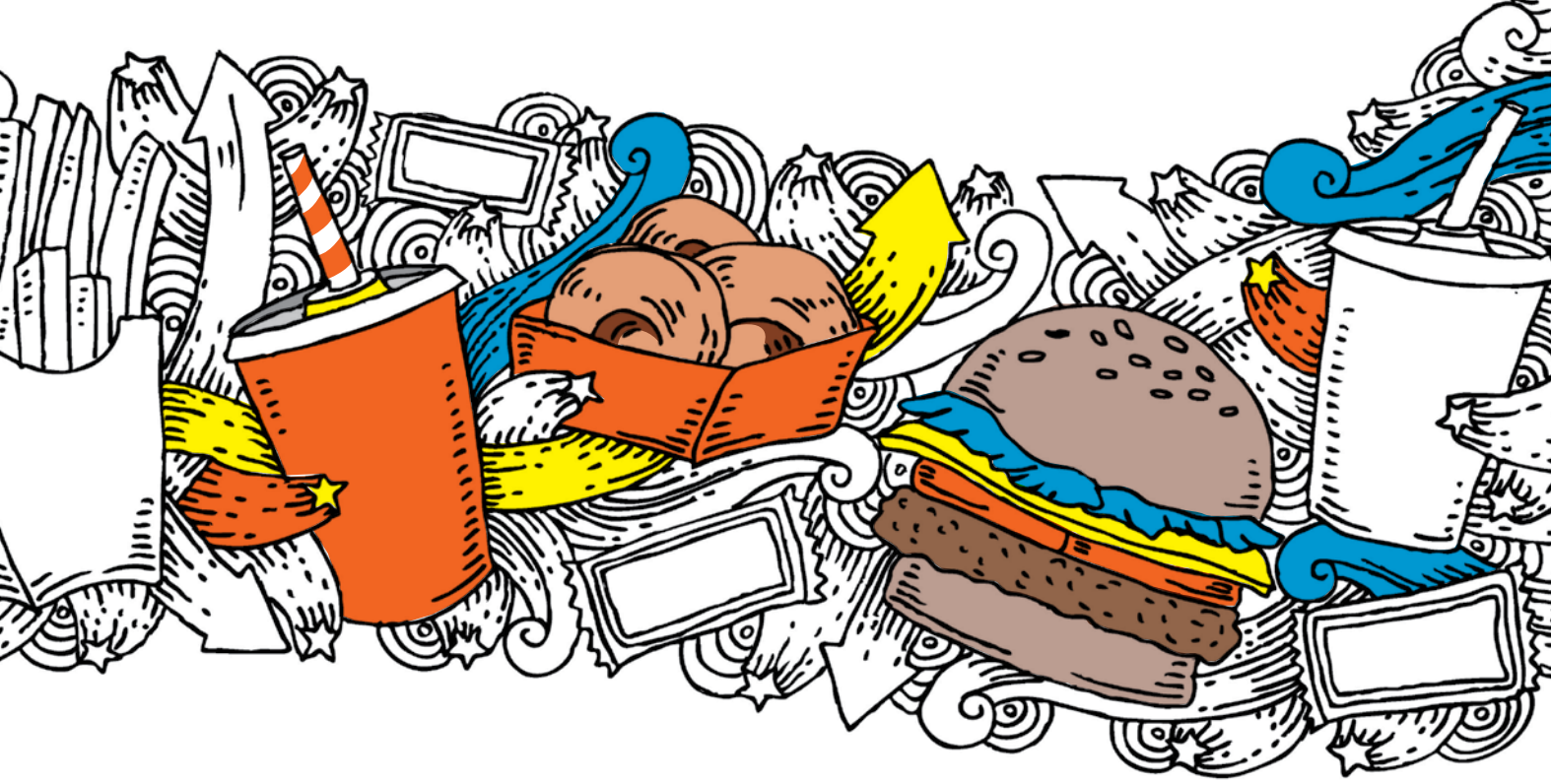
Maria Guimarães e Ricardo Zorzetto

Em cadeias de lanchonetes é comum ver anúncios de refeições com tamanhos avantajados. Hambúrgueres duplos acompanhados de porções grandes de batatas fritas e um balde de refrigerante para completar. Mas essa montanha de calorias, muitas vezes bem superior à recomendada para uma refeição, nem sempre aplaca a fome. É que quanto mais rica em gordura é a comida, mais se quer comer. Para quem esperaria o contrário, que esses alimentos mais pesados e difíceis de digerir deveriam saciar mais facilmente, agora há explicação. "A dieta hiperlipídica torna mais ativos os neurônios que induzem a fome", explica o bioquímico gaúcho Marcelo Dietrich, pesquisador na Faculdade de Medicina da Universidade Yale, nos Estados Unidos.

Ele chegou a essa conclusão recentemente estudando a ação de dois grupos de neurônios – um que induz a fome e outro a saciedade –, ambos localizados em uma região na base do cérebro chamada hipotálamo. Em experimentos com camundongos, Dietrich verificou que o consumo de muita gordura desregula esse mecanismo essencial à sobrevivência. Alimentando os roedores com diferentes tipos de dieta, ele constatou que o excesso de gordura aumenta a atividade dos neurônios da fome, conhecidos pela sigla AgRP, ao mesmo tempo que reduz o funcionamento dos neurônios da saciedade, os Pomc. Esse desequilíbrio surge em consequência de mudanças nas mitocôndrias, as organelas que produzem energia nos neurônios, demonstrou o pesquisador em estudo publicado em setembro na *Cell*. Mais do que revelar de onde vem a voracidade ligada ao consumo de comidas gordurosas, esses resultados indicam que deve ser difícil desenvolver medicamentos contra obesidade baseados na modulação desses dois tipos de neurônio. Isso porque uma mesma proteína induz alterações distintas nas mitocôndrias dessas células.

FOME IMPLACÁVEL

O foco dos estudos de Dietrich, que também é associado ao Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde trabalha com o bioquímico Diogo Souza, são os neurônios AgRP, que quando ativados des-



pertam o apetite. “É um mecanismo essencial à vida”, diz o pesquisador. “Mesmo durante o jejum, quando a energia é escassa e o metabolismo de muitas células diminui, uma parte desses neurônios permanece consumindo energia para garantir o impulso de buscar alimento”, explica. Num experimento com camundongos realizado no laboratório de Tamas Horvath, diretor do Programa de Sinalização Celular Integrativa e Neurobiologia do Metabolismo, de Yale, Dietrich e seus colegas investigaram o que acontecia quando os roedores ganhavam ração reforçada em gordura (lipídios). Eles observaram que, depois da refeição, a proporção desses neurônios ainda ativa no cérebro dos camundongos que consumiram gordura era maior do que no dos camundongos em dieta normal. Esse resultado foi o oposto do esperado, uma vez que o primeiro grupo de animais havia consumido mais energia.

Os pesquisadores mostraram que essa ativação anormal ocorre porque as mitocôndrias, produtoras da energia das células, o trifosfato de adenosina (ATP), se fundem. Maiores e menos abundantes, as mitocôndrias geram mais ATP e turbinam a atividade dos neurônios AgRP, aumentando a fome e o acúmulo de gordura. O resultado são camundongos bem acima do peso habitual.

“A fusão das mitocôndrias causada pela dieta rica em gordura é uma novidade”, relata Dietrich. Na situação oposta, quando o organismo está em jejum prolongado, as mitocôndrias se dividem. Menores e mais abundantes, elas são menos eficientes na produção de ATP. Ele comprovou esse efeito das gorduras sobre as mitocôndrias ao tratar com ração hiperlipídica camundongos geneticamente modificados para não produzir duas proteínas, a mitofusina 1 e a mitofusina 2, responsáveis pela união dessas organelas. Ao bloquear a fusão das mitocôndrias – elas permanecem com o tamanho normal –, uma proporção maior de neurônios da fome permaneceu em repouso e os camundongos não engordaram.

INSACIÁVEIS

Os resultados de Dietrich ganham mais importância quando vistos em conjunto com os de outro artigo publicado na mesma edição da *Cell*. Nesse segundo trabalho, que contou com a participação de Dietrich e Horvath, os pesquisadores Marc Schneeberger e Marc Claret, do Instituto de Investigações Biomédicas August Pi i Sunyer, em Barcelona, Espanha, indentificaram em camundongos outra relação entre a dieta e a função dos neurônios responsáveis pela saciedade, os Pomc. A ausência da mitofusina 2, cuja produção cai quando os roedores são alimentados com ração rica em lipídios, praticamente sabota essas células cerebrais. “Eles se tornam menos ativos”, conta Dietrich. “Como os neurônios Pomc promovem a saciedade, sua inativação rompe o equilíbrio e só

ILUSTRAÇÃO MECALEHA / GETTY IMAGES

os neurônios da fome ficam com atividade alta." Com o apetite desenfreado, os camundongos se tornam extremamente obesos.

O problema por trás do mau funcionamento dos Pomc novamente está nas mitocôndrias, que, desta vez, se tornam maiores e disformes. Sem a mitofusina 2, as mitocôndrias, além de deformadas, se descolam do retículo endoplasmático, organela que participa da síntese de proteínas. "Acreditamos que as mitocôndrias usem o cálcio e os lipídios armazenados no retículo para a geração de energia", explica Dietrich. Quando esse fluxo é interrompido, ambas ficam prejudicadas e funcionam mal. Nesse contexto, as mitocôndrias passam a liberar espécies reativas de oxigênio, moléculas que causam desequilíbrios bioquímicos no organismo. Nessa situação as mitocôndrias deixam de produzir o ATP necessário à função dos neurônios Pomc, que, inativos, param de responder à leptina, o hormônio responsável por sinalizar que o organismo está alimentado. A saciedade não vem e os camundongos glutões ficam eficientes em acumular gordura.

PÍLULAS EMAGRECEDORAS

Para Dietrich, a importância desses dois estudos é mostrar que uma mesma molécula pode gerar efeitos muito distintos conforme a célula em que atuam. Mesmo em grupos de células vizinhas na mesma região do cérebro, como é o caso das AgRP e das Pomc, a mitofusina 2 atua de maneira completamente diferente: nas AgRP ela contribui para a fusão das mitocôndrias, enquanto nas Pomc auxilia a adesão das mitocôndrias ao retículo endoplasmático.

Uma consequência mais geral dessa observação, segundo o pesquisador, é que não será simples obter um composto único que atue sobre as vias de sinalização da fome e da saciedade para tratar a obesidade, hoje uma epidemia que atinge 17% dos brasileiros com mais de 20 anos, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Num país em que há abundância de alimentos gordurosos e no qual as refeições pouco saudáveis em lanchonetes são uma solução comum para a correria cotidiana, os resultados de Dietrich e colegas adquirem tom de urgência. "O reflexo da fome é um dos mais básicos para a sobrevivência, não é possível suprimi-lo sem pôr a própria vida em risco", diz o pesquisador.

Por isso, em sua visão, é tão difícil desenvolver medicamentos contra a obesidade que não tenham efeitos colaterais graves, como ele e Horvath indicaram num artigo de revisão publicado em 2012 na *Nature Reviews Drug Discovery*.

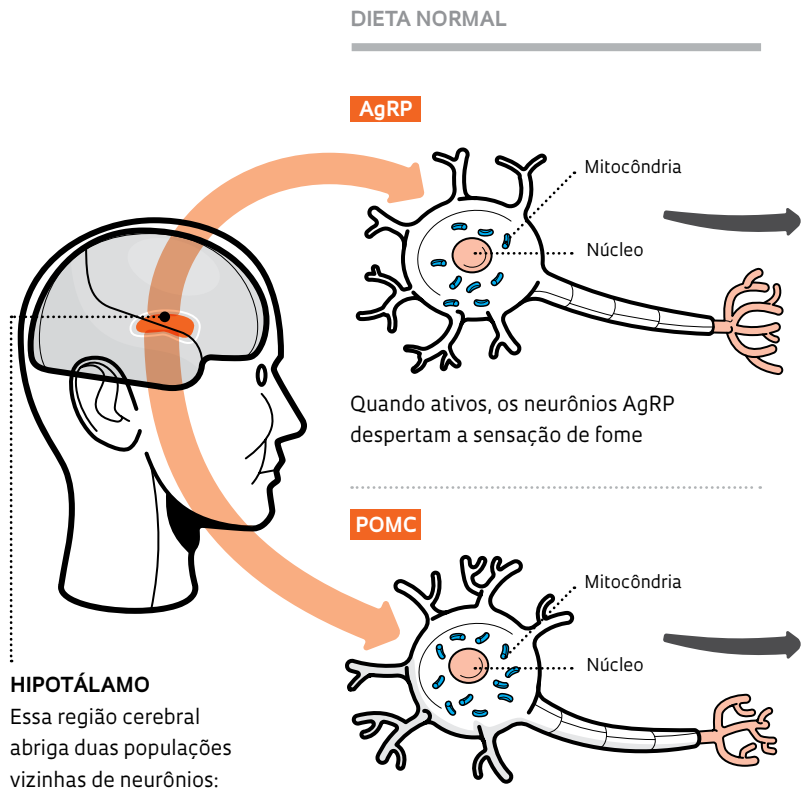
Mas essa dificuldade não impede que a busca continue. Ao contrário, a estimula. Na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), o grupo do biólogo molecular João Bosco Pesquero acaba de firmar um acordo de cooperação internacional com colegas do Max Delbrück Center for Molecular Medicine, na Alemanha (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 211*). O objetivo é acelerar a busca por um medicamento eficaz e seguro contra a obesidade que atue nos neurônios da saciedade.

Em artigo publicado em julho deste ano na *Biological Chemistry*, o grupo de Pesquero testou camundongos que não produzem os receptores B1 para cinina, envolvidos na ação da leptina. Nesses animais, os pesquisadores verificaram um aumento na atividade dos neurônios da saciedade. "Esses roedores têm um metabolismo diferente, são protegidos da obesidade mesmo consumindo uma dieta gordurosa", conta Vicencia Sales, doutoranda no grupo de Pesquero e coautora do artigo.

Os grupos da Unifesp e da Alemanha, em parceria com colaboradores de Toulouse, na França, apostam no avanço de um composto em fase de testes experimentais que bloqueia os receptores B1 de cinina. Assim, eles esperam aumentar

Os circuitos do apetite

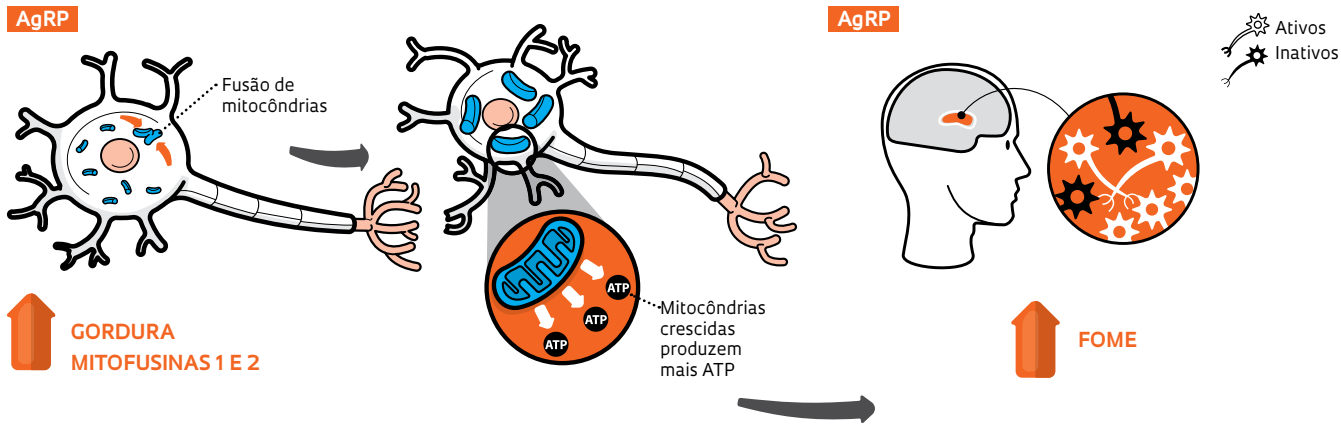
Dois tipos de neurônios no hipotálamo, na base do cérebro, reagem de forma distinta à dieta gordurosa



FONTE DIETRICH, M. O. *ET AL. CELL* (2013) E SCHNEEBERGER, M. *ET AL. CELL* (2013)

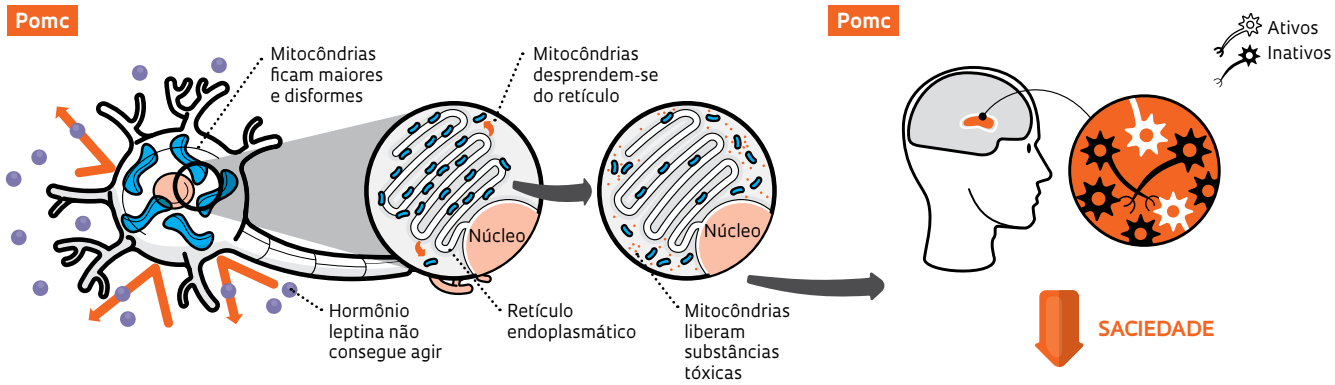
DIETA RICA EM LIPÍDIOS

OBESIDADE



A dieta rica em gorduras eleva a produção das mitofusinas 1 e 2, induzindo a fusão das mitocôndrias. Maiores, as mitocôndrias sintetizam mais ATP

Com a maior produção de energia, os neurônios AgRP se tornam mais ativos e aumentam o apetite



Sem a mitofusina 2, as mitocôndrias dos neurônios Pomc se desprendem do retículo endoplasmático e diminuem a produção de ATP

Com menos energia, os neurônios Pomc se tornam menos ativos e deixam de induzir a saciedade

a sensibilidade dos animais à leptina e saciar a fome. Mas, para que se torne um medicamento viável, entre outras alterações, ainda seria necessário torná-lo mais estável e capaz de atravessar a barreira hematoencefálica para chegar ao cérebro. Isso só valerá a pena, no entanto, caso ele se comprove seguro e eficaz. A droga não parece ser prejudicial para os camundongos, nos quais tem sido testada antes de poder ser aplicada a seres humanos. "Claro que sempre há a preocupação sobre como outros neurônios podem responder a esse composto", conta Vicencia, que pretende dedicar o resto de seu doutorado a entender o que o fármaco faz no organismo como um todo.

Os resultados de Dietrich evidenciam, para ela, a importância de olhar com mais cautela o que acontece com as mitocôndrias em seu modelo de pesquisa. "É um trabalho muito difícil", conta. Afinal, é preciso isolar neurônios de um cérebro que já é pequeno como o do camundongo, com cerca de 2 centímetros, para inferir a atividade elétrica e a produção de ATP. "O hipotálamo desses roedores tem mais ou menos 0,3 milímetro e é um pouco maior que um grãozinho de areia", avalia. Isolar essas células exige uma técnica que o grupo de Yale domina e que fez a diferença no trabalho de Dietrich. A trama de neurônios que envolve mecanismos complexos e fundamentais como a necessidade de se alimentar certamente só pode ser desvendada com a soma de conhecimentos, ideias e especialidades de múltiplos grupos. De preferência, trabalhando em conjunto. ■

Artigos científicos

DIETRICH, M. O. *et al.* Mitochondrial dynamics controlled by mitofusins regulate AgRP neuronal activity and diet-induced obesity. **Cell**. v. 155, n. 1, p. 188-99. 26 set. 2013.

SCHNEEBERGER, M. *et al.* Mitofusin 2 in Pomc neurons connects ER stress with leptin resistance and energy imbalance. **Cell**. v. 155, n. 1, p. 172-87. 26 set. 2013.

TORRES, H. A. M. *et al.* Kinin B1 receptor gene ablation affects hypothalamic CART production. **Biological Chemistry.** v. 394, n. 7, p. 901-8. jul. 2013.

INFOGRÁFICO ANA PAULA CAMPOS **ILUSTRAÇÃO** ALEXANDRE AFFONSO

Em um verme, as travas do envelhecimento

Fármaco melhora o funcionamento celular em *C. elegans*

Carlos Fioravanti

LÉO RAMOS

Vermes à mão: luta contínua para ampliar a expectativa de vida

Todo dia, na hora do almoço e no final da tarde, em um dos laboratórios do sétimo andar de um prédio antigo da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), o estudante de medicina Vitor Neves Sato examina sob o microscópio os movimentos de vermes transparentes conhecidos como *Caenorhabditis elegans*, que chegam a no máximo 1 milímetro de comprimento e deslizam sem parar com explícita elegância, como minúsculas cobras, sobre a placa de Petri. Seu interesse é observar os efeitos de um antibiótico sobre a expectativa de vida desse organismo, que começou a ser usado em laboratório há exatos 50 anos e permitiu uma série de descobertas importantes. Foi no *C. elegans* que os biólogos identificaram os primeiros genes associados ao envelhecimento e o mecanismo da morte celular programada, essencial para o desenvolvimento de qualquer ser vivo.

Sato tem visto que os vermes que cresceram no meio de cultura com antibiótico, em comparação com os que não receberam, viveram de 9% a 19% mais – ou até 10 dias extras, tempo considerável para um ser que raramente vive mais de um mês. O fármaco deve prolongar a vida do verme não por matar bactérias – das quais, por sinal, ele se alimenta –, mas por aumentar a produção e a ação da enzima Dicer e de pequenas moléculas conhecidas como microRNAs. Identificados pela primeira vez em 1993 em *C. elegans*, os microRNAs são um tipo de ácido ribonucleico (RNA), que, neste caso, adere a outro tipo de RNA, o mensageiro, e contribui para reduzir a produção de proteínas. Em resposta a esse bloqueio, segundo Marcelo Mori, professor da Unifesp que coordena o trabalho, as células devem otimizar a produção de energia, evitando desperdícios e a formação de resíduos, cujo excesso pode danificar o DNA e acelerar o desenvolvimento de doenças associadas ao envelhecimento e a doenças como o câncer.

Desse modo, o antibiótico, cujo nome Mori mantém em sigilo, simula o efeito da restrição calórica, uma forma reconhecida de viver mais, embora em si seja impraticável para os seres humanos, porque implicaria comer 30% a 40% menos "até a morte", ele ressalta. Outra forma de obter esse efeito é bloquear a ação do gene mTOR, associado à síntese de proteínas. Em um estudo publicado em agosto na *Cell Reports*, pesquisadores dos Estados Unidos estenderam a expectativa de vida de camundongos em cerca de 20%, o equivalente a ampliar a vida de uma pessoa em 16 anos, reduzindo a atividade do gene mTOR. Curiosamente, nesse experimento, a longevidade não foi a mesma nos diferentes tecidos e órgãos. Os animais ganharam em retenção de memória, coordenação motora e força muscular à medida que envelheciam, mas seus ossos se deterioravam mais rapidamente que o normal, além de se mostrarem mais suscetíveis a infecções.

Ivan José Vechetti Junior, da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Botucatu, trabalha ao mesmo tempo com microRNAs, mTOR e um dos efeitos do envelhecimento, a perda de massa muscular. Nos experimentos que fez de janeiro a

maio deste ano na Universidade de Kentucky, Estados Unidos, ele verificou que a produção de um tipo de microRNA, o microRNA1, caiu à metade nos camundongos com hipertrofia muscular nas patas, causada pela retirada de parte dos músculos. Em cultura de células, porém, o microRNA1 agiu de modo inesperado. "O microRNA1 regulou o gene mTOR de modo sutil, não aumentando sua expressão, como esperávamos, mas prolongando sua ação", diz ele.

Em seu doutorado, sob a orientação de Maeli Dal Pai, Vechetti Junior está examinando a expressão de microRNAs na regeneração muscular de ratos idosos submetidos a atrofia muscular por meio de imobilização. Se o trabalho correr bem, ele espera encontrar novas estratégias para atenuar ou bloquear a perda muscular associada ao envelhecimento, indicando, por exemplo, como deve funcionar a recuperação muscular de pessoas idosas que sofreram uma queda, por exemplo, e passaram certo tempo imobilizadas. "Quais os limites da recuperação muscular? O quanto os exercícios físicos realmente ajudam nessa recuperação?", ele se pergunta.

EFEITO QUASÍMODO

Os estudos em andamento na Unifesp indicam outro efeito da intensificação da produção de microRNAs: a diluição de agregados do aminoácido glutamina. Segundo Mori, o envelhecimento e algumas enfermidades, como a doença de Huntington, distúrbio neurológico de origem genética, estão associados à formação de aglomerados proteicos ricos em glutamina. Para mostrar que poderia estar no caminho de uma solução para esse problema, Mori mostra os *C. elegans* que cresceram no meio de cultura enriquecida com antibiótico – e acompanhados, desta vez, pela estudante de biomedicina Ana Forti Pinca. Sob o microscópio, os minúsculos vermes exibem vários pontos verdes espalhados pelo corpo – são as poliglutaminas ligadas a uma proteína fluorescente verde, que facilita a identificação das moléculas que se quer estudar – e se movem sem parar. Em outra placa de Petri, nos vermes que não passaram pelo banho de antibiótico, as esferas verdes são menores, mas aparentemente mais insolúveis e parecem prejudicar o movimento como a corcunda do Quasímodo, personagem do livro *O corcunda de Notre-Dame*.

As células de gordura são as primeiras a responder em caso de restrição alimentar

Mori verificou inicialmente em camundongos, durante seu pós-doutoramento na Universidade Harvard, Estados Unidos, que uma das principais fontes de microRNAs é o tecido adiposo, formado pelas células de gordura, que nos seres humanos em geral se concentra sob a pele e na região abdominal. Seu trabalho indica que as células de gordura exercem um papel ativo no controle do peso e do metabolismo, em vez de apenas exibirem as consequências da gula ou do sedentarismo (*ver reportagem na página 46*). "O tecido adiposo serve como termostato nutricional", diz ele. "É o primeiro a responder em caso de restrição alimentar, gastando as reservas de energia e sinalizando para as células dos músculos e de outros tecidos que é hora de ser mais eficiente."

Já se sabia que as células de gordura, produzindo o hormônio leptina, podem inibir o apetite e estimular o metabolismo celular, resultando em perda de peso. Segundo Mori, a sinalização leptina está, por sua vez, associada ao envelhecimento e ao aparecimento de doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. O trabalho de Mori descreve uma ação oposta, desacelerando a atividade celular por meio de microRNAs. Em Harvard, Mori mediu a quantidade de microRNAs do tecido adiposo de diferentes tecidos em camundongos mais jovens ou mais idosos. Com o envelhecimento, ele observou, havia uma redução na quantidade de microRNA do tecido adiposo, mas a restrição calórica revertia esse quadro, mantendo os níveis da enzima Dicer e dos microRNAs.

A associação, logo depois confirmada em *C. elegans*, parecia direta: os animais com os níveis mais altos de Dicer e microRNAs viviam mais, e os com menos morriam antes. "A Dicer está superexpressa em restrição calórica e aumenta

Uma comunidade de *C. elagans*: vida média de um mês

2

Os vermes verdes: as proteínas fluorescentes tendem a se agregar, reduzindo a vitalidade

a resistência ao estresse oxidativo, que é prejudicial para as células", ele observou. Do mesmo modo, como detalhado em um artigo publicado na revista *Cell Metabolism* em 2012, a perda de função dessa enzima, causada por mutações, levava as células à senescência. "A produção de microRNAs no tecido adiposo pode controlar o envelhecimento", ele concluiu.

Mori começou a trabalhar com *C. elegans* em 2007 em Harvard porque precisava de organismos com um ciclo de vida menor que o dos camundongos. De modo similar, o biólogo sul-africano Sydney Brenner, inicialmente em Cambridge, Inglaterra, e depois em San Diego, Estados Unidos, inaugurou os estudos com *C. elegans* em 1963 porque procurava um organismo que, além de crescer rapidamente, lhe permitisse observar o crescimento de células e órgãos, como não era possível em drosófila, o inseto que é o modelo clássico para estudos em genética.

No início, enquanto Brenner preparava e selecionava mutantes, que seriam fundamentais para as pesquisas que decolariam logo depois, a maioria das pessoas não levava o bicho a sério. Um colega de Brenner lhe disse que "não daria um centavo" por seu trabalho, lamentando que ele estivesse 20 anos à frente de sua época, contou o biólogo em 2009, sete anos depois de ter sido um dos ganhadores do Prêmio Nobel em reconhecimento a seus estudos sobre regulação gênica, feitos em *C. elegans*. "Me contaram que existem hoje 400 laboratórios de *C. elegans*", ele comemorou. "Frequentemente me perguntam por que deixei a pesquisa com *C. elegans* justamente quando estava se tornando realmente interessante. A resposta é simples: as pessoas dessa área hoje são muito melhores que eu era." Brenner gostava mesmo era de abrir caminhos, que era, como ele definiu, "a parte mais emocionante da pesquisa científica".

OPORTUNIDADE

"Pouca gente trabalha com *C. elegans* no Brasil, talvez com receio da aceitação de um modelo experimental diferente, que eu vi como oportunidade", diz Mori, que há dois anos trouxe os bichos na bagagem ao voltar dos Estados Unidos. Agora ele tem uma coleção de 50 linhagens, mantidas em quatro estufas a uma temperatura média de 21º Celsius.

Seu trabalho ainda não tem aplicações, porque os microRNAs constituem na verdade um grupo de centenas de moléculas com tamanho médio de 20 nucleotídeos – e provavelmente algumas agem contra e outras a favor do envelhecimento. O problema é que os microRNAs parecem estar por toda parte e exercer muitas funções: podem, por exemplo, participar da progressão de tumores de próstata, como demonstrado por pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), de doenças cardiovasculares, como estudado no Instituto de Ciências Biomédicas da USP, ou do controle do ritmo circadiano, como é chamado o período de cerca de 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos, como proposto por um grupo da Universidade Federal de Alagoas.

Apesar das incertezas sobre o papel dessas moléculas, Mori acredita que o controle da enzima Dicer e dos microRNAs poderia ser uma estratégia viável para aumentar a expectativa de vida, simulando o efeito da restrição calórica por meio de medicamentos como o antibiótico que ele está avaliando. Evidentemente, o envelhecimento é um processo biológico muito complexo. Em uma conferência realizada em agosto na Itália, Mori observou que um dos focos atuais de atenção são as mitocôndrias, compartimentos celulares responsáveis pela produção de energia. "A comunicação entre a mitocôndria e o núcleo regula a síntese de proteínas e, desse modo, controla o envelhecimento", diz ele. "Está chegando o momento em que poderemos integrar informações independentes e ter uma noção mais clara de como o organismo envelhece e de como intervir efetivamente." ■

Projeto

Identificação de mecanismos responsáveis pelos efeitos benéficos da restrição calórica (10/52557-0); **Modalidade** Apoio a Jovens Pesquisadores; **Coordenador** Marcelo Alves da Silva Mori – Unifesp; **Investimento** R$ R$ 696.496,53 (FAPESP).

Artigos científicos

BRENNER, S. In the beginning was the worm... **Genetics** v 182, p. 413-5. 2009.

MORI, M.A. *et al.* Role of microRNA processing in adipose tissue in stress defense and longevity. **Cell Metabolism.** v. 5, n. 16, p. 336-47. 2012.

FOTOS 1 LÉO RAMOS 2 ANA PAULA FORTI PINCA / UNIFESP

Alumínio nas veias

Metal presente no vidro contamina fármacos e pode prejudicar bebês prematuros e pacientes renais

O vidro é considerado o material mais seguro para armazenar medicamentos. Resistente ao calor, ele pode ser esterilizado a altas temperaturas. Mas essa característica que facilita a eliminação de microrganismos aumenta também o risco de contaminação com elementos químicos prejudiciais à saúde. Estudos conduzidos pela química Denise Bohrer, da Universidade Federal de Santa Maria, indicam que certos componentes dos medicamentos ou de soluções nutritivas podem incorporar o alumínio do vidro e causar intoxicação. De acordo com estudos internacionais dos anos 1980, o acúmulo de alumínio nos ossos – em substituição ao cálcio – causa deficiências no crescimento e fragilidade óssea. No cérebro de recém-nascidos, causaria atraso no desenvolvimento mental.

A contaminação por alumínio é especialmente preocupante quando atinge pacientes renais e bebês prematuros, cujo organismo tem dificuldade em eliminá-lo. Em artigo de 2010 na revista *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, o grupo de Denise analisou 10 recém-nascidos prematuros internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) neonatal do Hospital Universitário de Santa Maria. A cada dia de tratamento os bebês receberam na nutrição parenteral, em média, 15 microgramas (µg) de alumínio por quilograma do próprio peso – o triplo da quantidade máxima preconizada pela agência norte-americana de controle de alimentos e medicamentos (FDA). O mais grave foi constatar que, por não ter as funções renais desenvolvidas, os bebês não conseguiam eliminar boa parte desse alumínio: menos da metade saía na urina. "A consequência é que o metal se deposita nos ossos e no cérebro", afirma a pesquisadora. Embora tenha detectado esse efeito no curto prazo, ela ainda não conseguiu documentar os efeitos de longo prazo do acúmulo. Na sua avaliação, será necessário analisar um número maior de bebês.

Talvez a retenção de alumínio não seja tão grave no caso dos prematuros. Em um estudo com ratos recém-nascidos e adultos, Marlei Veiga, doutoranda no grupo de Denise, verificou que embora os filhotes tratados com nutrição parenteral apresentem altos teores de alumínio nos órgãos, eles conseguem eliminar melhor o contaminante do que os roedores mais velhos, talvez por terem um metabolismo mais rápido. Os resultados estão disponíveis desde julho deste ano no *site* da revista *Journal of Inorganic Biochemistry*. Mas Denise não está tranquila: "Os prematuros são uma população de risco".

HEMODIÁLISE

Já está bem comprovado, porém, que a toxicidade do alumínio está por trás de parte da mortalidade dos pacientes com problemas renais. Uma fonte importante de contaminação já foi a água, mas uma mudança de legislação alterou esse quadro no Brasil. Agora as embalagens são as vilãs da história. "Quanto mais nobre o vidro, mais alumínio ele contém." As ampolas, por exemplo, são seladas a fogo, e só resistem às altas temperaturas por terem um alto teor de alumínio na sua composição. O problema é que algumas substâncias químicas reagem com o metal, como é o caso do citrato e do fosfato presentes na eritropoietina, um hormônio administrado a pacientes renais. Nesse caso a recomendação, de acordo com artigo publicado este ano na *Renal Failure*, é armazenar a eritropoietina na forma liofilizada: passados dois anos, a substância em pó continha menos alumínio do que aquela em solução.

No caso da nutrição parenteral, em cuja composição entram lipídios e açúcares, a substância problemática é o gluconato de cálcio, um açúcar. É ele que retira alumínio do vidro.

Existem tentativas de regulamentar o teor máximo de alumínio em medicamentos. De acordo com a FDA, a alimentação parenteral de grande volume, armazenada em recipientes de 100 mililitros (mL) ou mais, não pode conter mais de 25 µg de alumínio por litro. Já as ampolas com 10 ou 20 mL do fármaco precisam indicar a quantidade máxima estimada para a data de validade do produto. O problema, Denise alerta, é que o alumínio é paulatinamente extraído e a quantidade vai aumentando. "A legislação não contempla o fenômeno que pode acontecer durante o tempo de armazenamento do produto."

A contaminação pode se acentuar ao longo do tempo de armazenamento

A solução para eliminar os potenciais efeitos nocivos da nutrição parenteral, segundo a química, seria armazenar o gluconato de cálcio em frascos de plástico. Ela imagina que seja essa a solução adotada no Reino Unido, onde em 2010 a agência responsável por regulamentar fármacos e equipamentos médicos, a Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA), determinou que não se administre gluconato de cálcio armazenado em recipientes de vidro a menores de 18 anos e pacientes com insuficiência renal. "A mudança de procedimento foi baseada em nosso artigo de 2003", conta Denise. Nesse trabalho, publicado na revista *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, ela e colegas mostraram que o vidro é a fonte do alumínio na nutrição parenteral. "O que define o grau de contaminação são as propriedades químicas do produto. Quando a amostra é esterilizada, acelera o processo", explica.

Denise passou os últimos anos embrenhada nessas questões, enquanto trabalhava no livro publicado este ano pela editora norte-americana Wiley: *Sources of contamination in medicinal products and medical devices* (Fontes de contaminação em produtos e equipamentos médicos). Na sua percepção, a indústria farmacêutica resiste à mudança de embalagem. "O gluconato de cálcio é um tipo de açúcar, e é mais difícil esterilizar a embalagem plástica e garantir que não haverá contaminação bacteriana."

Mesmo assim, para a química gaúcha o conhecimento atual já é suficiente para propor mudanças no armazenamento de certos fármacos. Ao mesmo tempo, ela lembra que não é o caso de demonizar o metal: "Qualquer pão, qualquer queijo tem alumínio; é um componente comum em alimentos". Não se assuste: o sistema digestivo absorve menos de 1% do alumínio ingerido, que é eliminado pelos rins. Denise lamenta que o conhecimento produzido no Brasil não tenha surtido por aqui o efeito que teve no Reino Unido: ela não conseguiu chamar a atenção da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para o problema. ■ **Maria Guimarães**

Frascos: quanto mais resistentes ao calor, mais metal contêm

FOTOS EDUARDO CESAR E LÉO RAMOS

Artigos científicos

VEIGA, M. *et al.* Accumulation, elimination, and effects of parenteral exposure to aluminum in newborn and adult rats. **Journal of Inorganic Biochemistry**. *On-line* 22 jul. 2013.

BOHRER, D. *et al.* Influence of the glass packing on the contamination of pharmaceutical products by aluminum. Part III: Interaction container-chemicals during the heating for sterilisation. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**. v. 17, n. 2, p. 107-15. 2003.

Estranha no ninho

A abelha rainha, marcada com etiqueta: eleita pelas irmãs para receber dieta especial e ser a procriadora do grupo

Rainha forasteira invade colmeia órfã e assume o comando das operárias

Francisco Bicudo

As abelhas da espécie *Melipona scutellaris*, comuns na região Nordeste do Brasil, são conhecidas por não ferroarem (têm um ferrão atrofiado), por produzirem mel em abundância e por gerarem muitas rainhas numa mesma colônia. Apenas uma, no entanto, é escolhida para comandar a colmeia. Às outras, quando não são mortas pelas operárias, resta respeitar a linha sucessória e aguardar pacientemente a morte da soberana original. Ou, se derem sorte, abandonar a casa de origem e formar novas colônias com parte das operárias-irmãs. Até pouco tempo atrás essas eram as únicas formas conhecidas pelas quais as abelhas aspirantes ao papel de rainha – os biólogos as chamam de rainhas virgens – podiam ascender ao poder. Agora se sabe que esse repertório é maior.

Estudos realizados pela bióloga Denise de Araujo Alves e seus colaboradores revelam que as abelhas *Melipona scutellaris*, mais conhecidas como uruçu-nordestina, podem adotar um terceiro e mais arriscado caminho para chegar ao topo da hierarquia social. Em muitas situações, as rainhas virgens escapam de serem mortas pelas operárias e abandonam seus próprios ninhos. Durante a fuga, elas conseguem identificar e invadir colmeias que se tornaram órfãs com a morte da soberana original, mãe das demais abelhas da colônia. Com essa estratégia furtiva, abelhas sem um reino próprio agem como parasitas sociais: conseguem se impor às operárias que não são suas parentes e se beneficiam do trabalho delas. "É a luta pela sobrevivência", conta Denise, pesquisadora da Universidade de São Paulo (USP) em Ribeirão Preto.

Os trabalhos de Denise indicam ainda que as invasões têm hora marcada. Acontecem ao cair da tarde, quando é quase noite e as operárias que fazem a guarda dos ninhos estão menos alertas. "Parece ser uma ação calculada", completa a bióloga.

A hipótese da ocupação de colônias por rainhas invasoras foi sugerida pela primeira vez em 2003 pelo pesquisador holandês Marinus Sommeijer. Trabalhando com abelhas *Melipona favosa* na Costa Rica e em Trinidad e Tobago, Sommeijer e sua equipe notaram que algumas colônias pareciam ter sido invadidas por forasteiras. Mas suas observações não permitiam confirmar a suspeita. Em 2008, durante seu doutorado, Denise e seus colaboradores decidiram retomar o problema e acompanharam duas populações de *Melipona scutellaris* – uma mantida no Laboratório de Abelhas do Instituto de Biociências da USP, em São Paulo, e outra na fazenda Aretuzina, em São Simão, no interior do estado, de pro-

FOTOS DENISE DE ARAUJO ALVES / USP-RIBEIRÃO PRETO

priedade de Paulo Nogueira-Neto, um dos pioneiros nas pesquisas com abelhas sem ferrão. Nessas duas populações, a pesquisadora coletou pupas de operárias de 23 ninhos em dois momentos: antes e depois da substituição das rainhas-mãe. Ao comparar as características genéticas da prole de cada colônia, os pesquisadores esperavam descobrir se a rainha morta havia sido substituída por outra rainha da própria colônia ou por uma invasora.

Na Universidade de Leuven, na Bélgica, em parceria com o biólogo Tom Wenseleers, Denise analisou o parentesco das pupas com uso de marcadores genéticos e verificou que os 23 ninhos haviam passado por 24 trocas de rainhas. Em seis casos (25% do total), o comando da colmeia havia sido conquistado por uma rainha invasora – essas abelhas são chamadas de parasitas sociais porque seus descendentes recebem os cuidados de operárias com as quais não têm parentesco genético.

"A invasão permite agora entender por que em algumas espécies é comum encontrar tantas rainhas num mesmo ninho", explica a bióloga Vera Lúcia Imperatriz Fonseca, uma das mais respeitadas estudiosas de abelhas no país e orientadora de Denise no doutorado. Segundo Denise, a presença de várias rainhas numa mesma colônia era entendida como uma espécie de reserva para a eventual morte da soberana original ou para a fundação de um ninho-filho. "Mostramos que, caso escapem de serem mortas em suas colônias natais, algumas rainhas saem delas, acasalam com machos nas proximidades do ninho e penetram, já fecundadas, em colônias órfãs da população", diz a bióloga. Uma vez instaladas nas novas colônias, essas rainhas iniciam a postura de ovos e se aproveitam do trabalho de operárias não aparentadas para manter sua prole.

Chip permitiu rastrear rainhas virgens que ocuparam ninhos vagos após a morte da rainha original

Em horário de menor vigilância, rainhas virgens entram e se instalam em ninho alheio

AO ANOITECER

Depois de comprovar a existência de rainhas invasoras, Denise começou a investigar a razão do sucesso das forasteiras. Em outro trabalho feito em parceria com o grupo de Leuven, os pesquisadores brasileiros acompanharam por dois meses o cotidiano de oito colônias de *Melipona scutellaris* no Laboratório de Comportamento e Ecologia de Insetos Sociais da USP em Ribeirão Preto, coordenado por Fábio Nascimento. Entre fevereiro e março de 2012, a equipe identificou 520 rainhas virgens e marcou cada uma com um minúsculo *chip* no tórax. Um leitor instalado na entrada de cada colônia registrava a passagem dessas abelhas – tanto as do próprio ninho quanto as invasoras.

Nos 40 dias em que acompanharam a movimentação das rainhas, os pesquisadores identificaram o trânsito de oito rainhas, das quais três eram parasitas sociais. De acordo com os dados, apresentados na edição de setembro da *Animal Behavior*, as invasões aconteceram sempre ao cair da tarde ou no começo da noite, entre as 17 e as 20 horas. "Durante o dia há uma movimentação intensa de entrada de pólen e néctar na colmeia e muitas operárias ficam alertas, tomando conta das entradas das colônias para evitar furtos dos seus estoques de alimento", conta Denise. "É difícil furar esse bloqueio." Já no final da tarde, quando a busca por comida diminui e a luminosidade é mais baixa, essa vigilância fica reduzida e as rainhas parasitas aproveitam esses descuidos. Denise suspeita que as rainhas invasoras identifiquem as colônias órfãs guiando-se por pistas químicas. "Nossos dados mostraram que as rainhas entram nos ninhos no fim da tarde e que só invadem os ninhos órfãos", conta.

Além das implicações evolutivas desse fenômeno, as invasões de colmeias pode influenciar o trabalho dos criadores de abelhas, que normalmente selecionam e dividem os ninhos levando em conta a capacidade de produção de mel de uma colônia. "Com o parasitismo, outra linhagem genética toma conta da colônia e a eficiência de produção pode mudar com o nascimento de operárias filhas da rainha invasora", alerta Denise. Do ponto de vista ecológico, a ocupação do ninho alheio representa um mecanismo eficiente de dispersar seus genes. "Dessa maneira, a variabilidade genética de uma população pode ser alterada porque o parasitismo social pode aumentar o fluxo gênico entre populações."

Para Vera Fonseca, o que Denise observou nas colmeias de *Melipona scutellaris* pode ser um fenômeno mais geral, que ocorre com outras espécies do gênero *Melipona* e com abelhas com ferrão. "Com as mudanças climáticas, as *Melipona scutellaris* provavelmente irão buscar ambientes a que se adaptem melhor", diz Vera, que é professora na USP em São Paulo. "Caso seja necessário fazer o deslocamento assistido dessa espécie, é relevante conhecer como essas abelhas estruturam geneticamente a sua população."

Como próximo passo, Denise planeja usar os *chips* e os detectores para estudar a dinâmica de espécies que produzem poucas rainhas. "Queremos verificar se esse comportamento invasivo também ocorre em outras espécies que não pertençam ao gênero *Melipona*", diz. ■

Projetos

1. Parasitismo social intraespecífico como estratégia reprodutiva em abelhas sem ferrão (*Apidae, Meliponini*) (2010/19717-4); **Modalidade** Bolsa de Pós-doutorado; **Coord.** Denise de Araujo Alves/USP-RP; **Investimento** R$ 237.463,20 (FAPESP).

2. Mediação comportamental, sinalização química e aspectos fisiológicos reguladores da organização social em himenópteros (2010/10027-5); **Modalidade** Jovem Pesquisador; **Coord.** Fábio Santos do Nascimento/USP-RP; **Investimento** R$ 260.000,00 (FAPESP).

Artigos científicos

VAN OYSTAEYEN, A. *et al.* Sneaky queens in Melipona bees selectively detect and infiltrate queenless colonies. **Animal Behavior.** v. 86, n.3, p. 603-9. Set. 2013.

WENSELEERS, T. *et al.* Instraspecific queen parasitism in a highly eusocial bee. **Biology Letters.** v. 7, p. 173-6. 2010.

Ameaça invisível

Alterações ambientais em pequena escala podem comprometer a conservação da maior floresta tropical do planeta

Rodrigo de Oliveira Andrade

Tudo é grandioso na Amazônia, o maior bloco remanescente de floresta tropical do planeta. Com pouco mais de 6,8 milhões de quilômetros quadrados (km²), espalha-se por nove países da América do Sul – a maior parte está no Brasil, que detém 69% da área coberta pela floresta. Estima-se ainda que ela abrigue quase 25% de todas as espécies de seres vivos da Terra, além de 35 milhões de pessoas (20 milhões somente no Brasil). A Amazônia também tem a maior bacia fluvial do mundo, com 6,6 milhões de km², fundamental para a drenagem de vários países e para a geração de chuvas. É o maior reservatório de água doce do planeta, com cerca de 20% de toda a água potável disponível. Por isso é um dos reguladores do clima e do equilíbrio hídrico da Terra. Apesar de tanta grandiosidade, são as alterações em pequena escala, como a abertura de clareiras para a extração de madeira, que podem representar uma das principais ameaças à conservação do ecossistema, destacou o biólogo Helder Queiroz, diretor do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, em sua palestra no Ciclo de Conferências Biota-FAPESP Educação, no dia 19 de setembro em São Paulo.

De modo geral, explicou Queiroz, as principais ameaças à Amazônia estão hoje associadas às práticas que levam direta ou indiretamente à perda de hábitats e à redução de populações de plantas e animais. Segundo o biólogo, essas ameaças podem ser divididas em dois grupos. O primeiro é o daquelas que modificam significativamente a paisagem, caso das queimadas e das obras de infraestrutura como a construção de usinas hidrelétricas e rodovias. O segundo diz respeito às mudanças na paisagem que não são perceptíveis. De difícil detecção por imagens de satélite, essas alterações mais discretas podem desencadear num primeiro momento mudanças locais significativas. No longo prazo, porém, seus efeitos influenciariam a manutenção da diversidade biológica regional. Um exemplo de transformação difícil de medir é a abertura de

Áreas alagáveis representam 25% do território da Amazônia

pequenas clareiras para a extração seletiva de madeira, um dos mais antigos e sérios problemas na região. "Muitas das árvores com madeira de grande valor comercial são fundamentais para a alimentação de diversos animais", disse Queiroz.

A construção de pequenas represas, que alteram o curso de rios e riachos e o transporte de sedimentos, também gera um efeito local sobre o ecossistema. Já a pesca excessiva tem desencadeado a redução dos estoques e das populações de peixes como o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Outra forma de exploração insustentável envolve a captura da piracatinga (*Calophysus macropterus*). Sua pesca tem estimulado a caça desregulada, e muitas vezes ilegal, de jacarés e botos, cuja carne é usada como isca. Segundo o biólogo, a carcaça de um jacaré, vendida a R$ 100,00, pode render até 300 quilogramas (kg) do peixe, que é consumido no Nordeste brasileiro e exportado para países vizinhos como a Colômbia. "Esse sistema de valoração da biodiversidade encontra-se profundamente desequilibrado na Amazônia", comentou.

Hoje, a perda de ambientes naturais é maior numa região conhecida como Arco do Desmatamento, que se estende do sul ao leste da Amazônia Legal; uma área de cerca de 5 milhões de km² que engloba oito estados (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, na região Norte; Mato Grosso, no Centro-Oeste; e parte do Maranhão, no Nordeste). O Arco do Desmatamento, definido pela fronteira de expansão da agropecuária, que converte grande extensões de floresta em pastagens, concentra em torno de 56% da população indígena do país.

A VÁRZEA AMAZONENSE

As regiões de várzea, em terrenos de baixa altitude, mais no interior da floresta amazônica, também têm atraído a atenção do poder público durante a elaboração de estratégias de conservação do ecossistema. Até há pouco estimava-se que esses terrenos representassem apenas 6% da floresta. Hoje, segundo o biólogo, acredita-se que as regiões de várzea representem até 25% de

ILUSTRAÇÕES MARIANA ZANETTI FOTO LÉO RAMOS

FOTOS 1 E 2 LÉO RAMOS 3 E 4 EDUARDO CESAR

Igarapé em área de floresta ao norte de Manaus e o pássaro udu-de-coroa-azul (*Momotus momota*)

seu domínio. Ele explicou que essas áreas são constantemente submetidas a regimes de alagamento; próximas à costa, estão sob a influência das marés, com variação diária das águas de alagamento. "A porção maior da várzea, entretanto, está mais no interior da floresta, próxima ao rio Amazonas, sob o regime de alagamentos sazonais e completamente imprevisíveis porque dependem da quantidade de chuva próxima aos leitos dos pequenos rios."

Boa parte das áreas de várzea na Amazônia é inundada pelas chamadas águas brancas, de origem andina, ricas em sedimentos e nutrientes. Nesses trechos, a vegetação tende a ser mais abundante. "Por conta dessa produtividade e da riqueza em recursos naturais, as florestas de várzea sofrem mais com a constante ocupação humana", disse. Todas as grandes cidades amazônicas, e boa parte das pequenas, estão localizadas nessas áreas. Atualmente, 75% da população local, ou 8 milhões de pessoas, vive nas várzeas amazonenses, alterando diariamente seu ambiente. "Isso torna a conservação dessas florestas mais difícil", destacou Queiroz. Além disso, existem poucas áreas, de fato, protegidas por unidades de conservação. "Mesmo fora do Arco do Desmatamento, a várzea amazônica é o ambiente mais ameaçado", completou.

SINAL DE TRÉGUA

Apesar do cenário de aparente degradação, os índices de desmatamento na Amazônia vêm diminuindo nos últimos oito anos. De acordo com a pesquisadora Maria Lúcia Absy, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e uma das palestrantes, entre 2004 e 2012 houve uma redução de 84% nas taxas anuais de desflorestamento na região da Amazônia Legal. Somente entre 2011 e 2012 essa diminuição foi de 29%, segundo dados obtidos por meio do Prodes, projeto de monitoramento da floresta amazônica brasileira via imagens de satélite. O projeto é conduzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Ibama e financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio da ação Monitoramento Ambiental da Amazônia.

Amazônia superlativa

Floresta abriga 30% da biodiversidade e 35 milhões de pessoas

MAPA DANIEL DAS NEVES

Helder Queiroz, do Instituto Mamirauá, e Maria Lúcia Absy, do Inpa

Além do Prodes, as ações de fiscalização para a redução dos índices de desmatamento contam com outro suporte baseado em imagens de satélite: o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (Deter), um levantamento rápido feito mensalmente, desde 2004, pelo Inpe e pelo MCTI, também com o apoio do MMA e do Ibama. Esse sistema fornece com rapidez a posição das áreas recentes de desmatamento aos órgãos de fiscalização. "Não há dúvida que tanto o Prodes quanto o Deter constituem importantes ferramentas de fiscalização e controle do desmatamento na Amazônia", afirmou Absy.

Duas são as possíveis razões para a diminuição no desmatamento, ponderou Queiroz. Uma delas pode ser atribuída à ação conjunta de comissões interministeriais, criadas há quase 10 anos, contra a derrubada de árvores na Amazônia, que geraram uma série de ações governamentais voltadas à conservação da floresta. A outra, disse o biólogo, pode estar associada ao crescimento econômico dos últimos anos no país, "acompanhado do desvio de investimentos do setor privado para ações não tão ligadas ao extrativismo, o que também pode ter contribuído para esse cenário".

Ambos os pesquisadores estão de acordo em um ponto: as atividades humanas nessas regiões precisam ser manejadas adequadamente, de modo a atender as cadeias produtivas, altamente relevantes para os estados da região Norte. Mas sem gerar impactos significativos na diversidade biológica e na preservação do ecossistema. "Essas cadeias produtivas podem representar até 15% do Produto Interno Bruto (PIB) de alguns estados do Norte", disse Queiroz. "Não é errado desmatar uma área, desde que não seja grande, para fins produtivos. O errado é fazer isso de modo aleatório, sem metodologia e técnicas de manejo florestal adequadas", completou Absy.

Há alguns anos o Instituto Mamirauá implantou iniciativas de manejo florestal que vêm gerando importantes resultados. Após 10 anos, e com a extração bem manejada de espécies de madeira, os valores de mercado da madeira leve e pesada cresceram em mais de 250%. Também a pesca bem manejada, sem a prática da sobrepesca e de acordo com os períodos de acasalamento das espécies, favoreceu o aumento do tamanho do pirarucu (*Arapaima gigas*), muito consumido localmente. Nos últimos anos, o tamanho médio do peixe abatido nas águas de manejo ultrapassou o limite mínimo legal de 150 centímetros, enquanto os estoques pesqueiros cresceram mais de 300%. "Com isso, houve um incremento de 130% na renda média mensal dos pescadores", destacou Queiroz. Mas é preciso ampliar o alcance dessas ações, ele disse. "Afinal, os problemas são imensos na maior floresta tropical do planeta."

O Ciclo de Conferências Biota-FAPESP Educação é uma iniciativa do Programa Biota-FAPESP, em parceria com a revista *Pesquisa FAPESP*, voltada à discussão dos desafios ligados à conservação dos principais ecossistemas brasileiros: cerrado, caatinga, pantanal e mata atlântica, além dos ambientes marinhos e costeiros e a biodiversidade em ambientes antrópicos, urbanos e rurais (*ver programação ao lado*). Até novembro, as palestras apresentarão o estado da arte do conhecimento gerado por pesquisadores de todo o Brasil, com o objetivo de contribuir com o aperfeiçoamento da educação científica e ambiental de professores e alunos do ensino médio do país. ■

Programação

Ciclo de Conferências Biota-FAPESP Educação 2013

Para mais informações:
www.biota.org.br
www.biotaneotropica.org.br
www.agencia.fapesp.br

24 DE OUTUBRO
(14h00-16h00)
AMBIENTES MARINHOS E COSTEIROS

Conferencistas
Mariana Cabral de Oliveira (IB-USP, São Paulo)
Maria de los Angeles Gasalla (IO-USP, São Paulo)
Roberto S .G. Berlinck (IQSC-USP, São Paulo)

21 DE NOVEMBRO
(14h00-16h00)
BIODIVERSIDADES EM AMBIENTES ANTRÓPICOS – URBANOS E RURAIS

Conferencistas
Luciano M. Verdade (Cena-USP, São Paulo)
Elisabeth Höfling (IB-USP, São Paulo)
Roseli Buzanelli Torres (IAC)

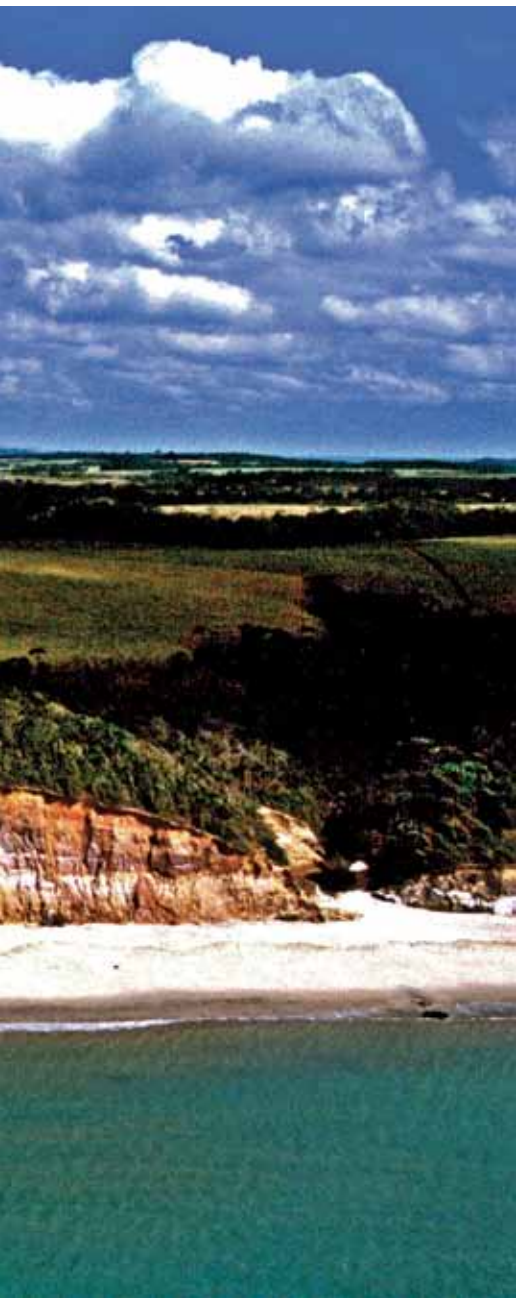
BIOTA+10 FAPESP

Pesquisa FAPESP

A última grande alta do Atlântico

Falésias indicam que mar subiu cerca de 60 metros no Norte e no Nordeste entre 25 e 16 milhões de anos atrás

Marcos Pivetta



Falésia no litoral de Alagoas: base formada por sedimentos trazidos por alta do nível do Atlântico durante o Mioceno

STEFAN KOLUMBAN / OLHAR IMAGEM

Ao passar pela região da atual Porto Seguro, sul da Bahia, a bordo da nau capitânia comandada por Pedro Álvares Cabral, Pero Vaz de Caminha se espantou com o tamanho do litoral da ilha de Vera Cruz, primeiro nome dado ao Brasil recém-descoberto, e registrou também a presença de vistosas escarpas na praia, quase lambendo o Atlântico: "[Esta terra] Traz ao longo do mar, em algumas partes, grandes barreiras, delas vermelhas e delas brancas, e a terra, por cima, toda chã e muito cheia de grandes arvoredos". O escrivão português mirava um trecho do que hoje se denomina Formação Barreiras, constituída por camadas de areia e argila geralmente de algumas dezenas de metros de espessura que se estende por mais de 5 mil quilômetros ao longo da costa nacional, do Amapá até o Rio de Janeiro.

Para os geólogos, essas falésias, que fazem parte da primeira unidade geológica descrita no país, contam uma história muito mais antiga do que a saga do descobrimento. São testemunhas da última grande elevação do nível do Atlântico registrada em trechos da costa brasileira, especificamente no Norte e Nordeste, entre 25 e 16 milhões de anos atrás, final da época chamada Oligoceno e meio do Mioceno. Grande parte dessas falésias se formou pela ação de correntes de maré ao longo da costa que arrastaram sedimentos continente adentro devido a esse aumento significativo do nível do mar. Segundo alguns estudos, os oceanos, durante o Mioceno, teriam subido até 180 metros em certos pontos do planeta em relação ao seu nível atual. No Brasil, a elevação média foi mais modesta, geralmente da ordem de 60 metros, com picos de até 140 metros na costa de Sergipe e Alagoas, de acordo com um amplo estudo sobre a Formação Barreiras publicado na edição de agosto da revista científica *Earth-Science Reviews*.

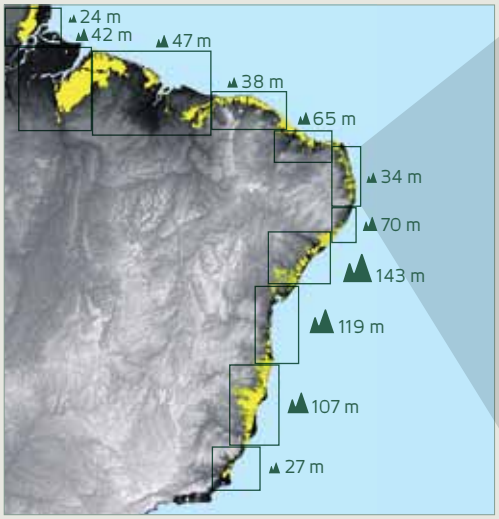
Mas esse talvez não seja o dado mais surpreendente revelado pelo artigo, assinado por três geólogos brasileiros. Segundo o trabalho, após esse período marcado por momentos de alta do oceano Atlântico em setores da costa do Norte e do Nordeste entre 25 e 16 milhões de anos atrás, o nível do mar ao longo do litoral do país passou por uma fase de baixa entre 15 e 10 milhões de anos atrás. Paradoxalmente, essa queda no nível do Atlântico na costa brasileira ocorreu ao mesmo tempo que o nível dos oceanos atingiu sua subida máxima em outras partes do planeta. Por que o período de alta do Atlântico no Norte e no Nordeste não bate com o de elevação dos oceanos em todo o globo? "Provavelmente, isso se deveu a movimentações de terreno provocadas pela atividade tectônica em trechos da costa brasileira", diz a geóloga Dilce de Fátima Rossetti, do Instituto Nacional de Pesquisas Espacias (Inpe), primeira autora do artigo, que estuda a Formação Barreiras há mais de duas décadas.

De acordo com os dados dos geólogos, o solo em muitas partes da costa brasileira teria afundado algumas dezenas de metros entre 25 e 16 milhões de anos atrás em razão de tectonismos. Embora, nesse período, os oceanos ainda não tivessem atingido seu pico de alta global, o rebaixamento do relevo em trechos do litoral do Norte e do Nordeste abriu caminho para a entrada no continente de material vindo do mar: criou bacias propícias para receber e armazenar sedimentos trazidos pelo Atlântico. Dessa forma, a subida do nível do oceano em trechos da costa brasileira resultou na deposição de sedimentos que deram origem à Formação Barreiras e também à Formação Pirabas, esta última ligeiramente mais antiga e de menor extensão.

Entre 15 e 10 milhões de anos atrás, quando houve o pico de elevação global do nível dos oceanos, a atividade sísmica teria produzido justamente o efeito contrário sobre o relevo da costa brasileira. "Nesse período, o terreno se estabilizou ou até soergueu. Isso teria compensado o aumento do nível do mar global, que não conseguiu deixar nenhum registro sedimentar sobre essa região", explica Dilce. "Nesse momento, uma ampla faixa do litoral do Norte e Nordeste do Brasil, que então se encontrava coberta pelo mar, emergiu, ficou exposta à erosão e se tornou um lugar favorável ao crescimento de vegetação."

Onde estão os sedimentos da Formação Barreiras

Em amarelo, os depósitos marinhos do Mioceno e sua respectiva espessura em metros ao longo da costa



FONTE DILCE ROSSETTI

Estruturas geradas pela oscilação diurna das marés: evidências da origem marinha dos sedimentos da Formação Barreiras

Rebaixamento do terreno no litoral brasileiro favoreceu o acúmulo de sedimentos oriundos da alta do mar

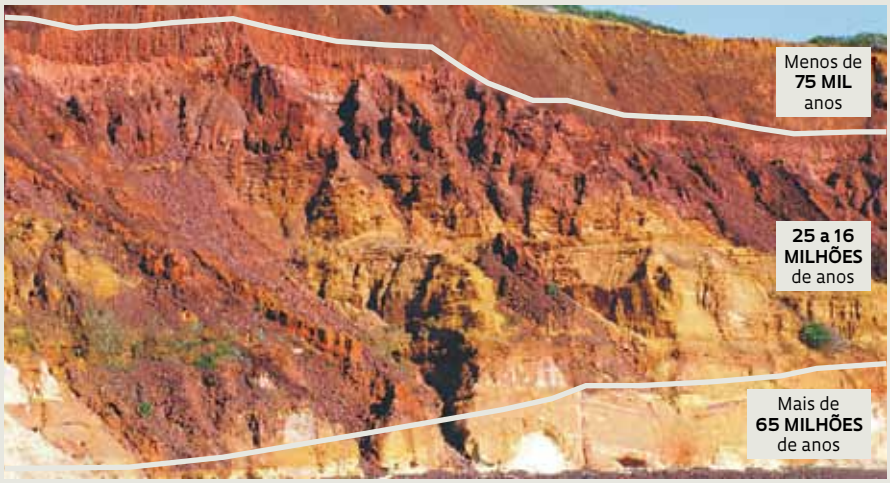
A hipótese dos pesquisadores se baseia numa constatação que ganhou força nas duas últimas décadas. Diferentemente do que sempre se acreditou, a costa brasileira não está situada numa região geológica totalmente estável. Embora todo o território nacional esteja assentado no meio da placa tectônica Sul-Americana, característica que o torna livre de grandes terremotos, a ocorrência de abalos sísmicos de nível médio e de alterações relevantes na altitude dos terrenos se dá com certa frequência. "A topografia é dinâmica", afirma o geólogo Francisco Hilário Rego Bezerra, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), outro autor do artigo. "Nossa costa era considerada estável, mas nosso trabalho mostra que não é bem assim. Existem evidências da presença de muitas falhas tectônicas nessa região e de que elas foram reativadas no Mioceno. Na verdade, há evidências de que ainda devem estar ativas até hoje."

De forma simplificada, três grandes fatores podem influenciar a altura do mar num trecho da costa: o nível global de todos os oceanos; a estabilidade local do terreno (se ele está afundando ou levantando por causa de movimentos tectônicos); e a ocorrência de processos erosivos, que desgastam a superfície, ou de deposição de sedimentos, que acrescentam camadas ao solo. De acordo com a intensidade de cada fator, a tendência global de aumento (ou redução) do nível do mar pode ser amplificada, mitigada ou mesmo anulada numa escala local ou regional. Parece contraditório, mas não é. Devido à interação desses fatores, o mar pode subir apenas em um ou em alguns pontos de uma costa, como no caso do Norte e do Nordeste durante o Mioceno, enquanto ocorre uma queda ou estabilização no nível dos oceanos na maior parte do planeta. "Os continentes não se mantêm fixos no plano vertical", explica José Dominguez, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), outro autor do estudo, especialista em geologia marinha. "Eles estão sempre se deslocando."

A borda leste da América do Sul está associada a um cenário geologicamente mais calmo e estável do que a oeste. Moldada durante o Mioceno pela subida dos Andes, fruto do choque das placas tectônicas Nazca e Antártica com a margem ocidental da placa Sul-Americana, a costa do Pacífico é até hoje frequentemente sacudida por movimentos tectônicos de forte intensidade. "Os Andes subiram aproximadamente 4 quilômetros durante o Mioceno", diz Dilce, cujos estudos são parcialmente financiados pela FAPESP. O último grande evento que moldou o relevo da região foi a separação da América do Sul do continente africano, iniciada há mais de 100 milhões de anos. A fratura que separou os dois blocos de terra foi preenchida pelas águas do Atlântico. Mas, como sugerem as pesquisas do trio de geólogos, isso não quer dizer que, desde então, não houve tremores e movimentações de terra ao longo da costa brasileira.

INTEMPERISMOS

Uma das dificuldades em demonstrar que as falésias do Norte e do Nordeste podiam ser um indicativo de quanto subiu o nível do mar localmente há cerca de 20 milhões de anos estava associada a incertezas em torno da idade e do ca-



SEDIMENTOS PÓS-BARREIRAS
Camada sedimentar que pode estar no topo da Formação Barreiras em certos pontos da costa brasileira

FORMAÇÃO BARREIRAS
Composta por sedimentos de argila e areia de origem fundamentalmente marinha

ROCHAS DO CRETÁCEO
Material é contemporâneo ao período em que dinossauros se extinguiram

À esquerda, icnofósseis da Formação Barreiras: registros indiretos de invertebrados marinhos

FOTOS DILCE ROSSETTI

ráter da Formação Barreiras. Os estudos afirmavam que os sedimentos dessa formação teriam sido depositados a no máximo 5 milhões de anos atrás, remetendo, portanto, ao Plioceno, época geológica imediatamente posterior ao Mioceno. Hoje está comprovado que a argila e a areia que compõem a Formação Barreiras foram depositadas bem antes disso. Outro ponto obscuro eram os locais onde os sedimentos dessa formação teriam se acumulado. Até uns poucos anos atrás, a maioria dos autores dizia que os sedimentos teriam sido depositados em áreas continentais, principalmente em ambientes fluviais e lagos. No entanto, nas duas últimas décadas, uma série de estudos, muitos conduzidos por Dilce Rossetti, revelou a verdadeira natureza do material que está na base de muitas falésias da costa brasileira: a invasão de certos trechos do continente pelas águas salgadas do Atlântico carreou sedimentos marinhos para sua borda leste.

Devido à sua composição pobre em carbonatos, a Formação Barreiras tende a não conservar um bom registro fóssil de animais que ali viveram no passado remoto. Encontrar os vestígios diretos de um organismo marinho preservado nesses sedimentos é praticamente impossível. O intemperismo atual (e o do passado) também contribui para a destruição de eventuais fósseis nessa unidade geológica. Essas peculiaridades fizeram com que, num primeiro momento, fosse um desafio associar essa formação a uma origem marinha.

MARCAS DE MARÉ

No entanto, os pesquisadores conseguiram reunir nos últimos anos uma série de indícios de que essa formação foi, em grande medida, gerada em áreas costeiras, influenciadas principalmente por correntes de maré. O vaivém da maré faz com que os sedimentos sejam levados para frente e para trás. Essas oscilações resultam em marcas nos sedimentos que revelam a sua gênese e se diferenciam de qualquer outro agente de sedimentação. Marcas produzidas por correntes de maré são abundantes na Formação Barreiras. Embora o corpo em si de antigos animais oriundos do Atlântico não se preserve nessa unidade geológica, a presença desse tipo de organismo é atestada nesses depósitos sedimentares pela existência de icnofósseis típicos de ambientes marinhos ou de água salobra. Icnofósseis são evidências indiretas da presença de organismos, como rastros, tocas ou pegadas, preservadas em camadas geológicas. "Também temos registros de pólens de plantas do Mioceno na Formação Barreiras", afirma Dilce.

Todos esses sinais passam despercebidos a olhos de leigos mais desavisados, como pode ter sido o caso de Pero Vaz de Caminha e de tantos turistas atuais, que viajam pelas costas do Norte e Nordeste em busca de belas paisagens, algumas delas esculpidas pelo encontro de falésias da Formação Barreiras com o mar. Mas não para o olhar treinado de geólogos que se aproveitam dessas evidências para revelar o vaivém do nível dos oceanos ao longo do tempo. ■

Projeto

Evolução tectono-sedimentar pós-rifte na bacia Paraíba, Nordeste do Brasil (2012/06010-5); **Modalidade** Linha Regular de Auxílio a Projeto de Pesquisa; **Coord**. Dilce de Fátima Rossetti – Inpe; **Investimento** R$ 109.710,00 (FAPESP).

Artigo científico

ROSSETTI, D. F. *et al*. Late Oligocene–Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. **Earth-Science Reviews**. v. 123, p. 87-112. ago. 2013.

Por que as zebras são comuns no Brasileirão

Modelo proposto por físicos mostra que aleatoriedade é alta em campeonatos de pontos corridos

Igor Zolnerkevic

Antes do início da edição atual do Campeonato Brasileiro, no final de maio, grande parte dos comentaristas esportivos apontava como favoritos ao título os times do Atlético Mineiro, do Corinthians e do Internacional, pela quantidade superior de bons jogadores que haviam contratado. O Cruzeiro também havia ganhado reforços, mas muitos não esperavam que no fim de setembro a raposa mineira fosse a líder do Brasileirão, seguida no *ranking* por Botafogo, Atlético Paranaense e Grêmio. A diferença de pontos entre os primeiros colocados, porém, é pequena. Tudo pode mudar até o final do torneio, em dezembro.

"Sabemos que nem sempre o melhor time ganha", diz o físico Roberto da Silva, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). "No futebol há um grau de aleatoriedade muito alto." Com a ajuda de colegas da UFRGS, Silva criou um modelo computacional que gera campeonatos virtuais com propriedades estatísticas idênticas àquelas das pontuações de campeonatos nacionais disputados por pontos corridos, como o brasileiro, o espanhol e o italiano. Seus resultados, publicados este ano na *Computer Physics Communications* e na *Physical Review E*, sugerem que as diferenças entre as habilidades dos times são importantes, mas que o que domina a dinâmica do futebol é mesmo a aleatoriedade, a tal caixinha de surpresas.

"Apostas em futebol não fazem ninguém rico", diz Silva, que é natural de Mauá, na Grande São Paulo, e santista fanático. "É enorme o número de zebras, em que o pior ganha do melhor." Ele justifica essa afirmação citando um estudo feito por estatísticos britânicos. O trabalho mostrou que os comentaristas esportivos de três jornais do Reino Unido acertaram só 42% das previsões feitas para 1.700 jogos do campeonato inglês. Quem apostasse sempre no time da casa, cuja chance de vitória costuma ser ligeiramente maior por conta da familiaridade com o gramado e a pressão da torcida, teria acertado 47%.

Silva e seus colegas analisaram as tabelas de pontuação de cinco edições do Brasileirão e de vários campeonatos nacionais europeus disputados de 2006 a 2011. Desde 2003, o campeonato brasileiro adota o sistema de pontos corridos, como os europeus. Não há eliminatórias: cada um dos 20 times participantes joga duas vezes com os oponentes – uma vez em casa e a outra na casa do adversário. Os times ganham 3 pontos a cada vitória, 1 ponto por empate e nenhum na derrota. Cada time disputa um total de 38 partidas. É campeão quem somar o maior número de pontos ao final do torneio.

"Procurei na física um fenômeno aleatório que fosse similar", Silva explica. Um dos processos aleatórios mais simples que existem é a difusão das moléculas de um soluto em um solvente, como acontece quando uma pitada de açúcar se dissolve num copo d'água. Silva tentou descrever a evolução das pontuações dos times com as mesmas equações que representam o movimento das moléculas na difusão. Nesse primeiro modelo, cada time seria uma molécula. O deslocamento de cada molécula corresponderia ao avanço das equipes ao longo do campeo-

Atlético Paranaense: em setembro, um dos líderes inesperados do campeonato brasileiro

GERALDO BUBNIAK / FOTOARENA / FOLHAPRESS

nato, que podia se dar por três tipos de passo: derrota, empate ou vitória.

Não funcionou muito bem. Silva notou que a diferença entre as pontuações dos times tendia a aumentar mais rápido do que o projetado pelo modelo de difusão simples. Na verdade, a evolução dos pontos tinha as características daquilo que os físicos conhecem como superdifusão. Era o sinal de que a premissa do modelo simples, de que o desempenho dos times permanecia constante ao longo do campeonato, não se ajustava à realidade. "A superdifusão acontece quando as probabilidades de ganhar e perder se alteram ao longo do tempo", explica. "Os times mudam: jogadores se machucam, novos jogadores são contratados e técnicos são demitidos."

Num domingo, jogando *videogame* com o filho de 8 anos, Silva pensou em um modo de incorporar essas mudanças ao seu modelo. Como em um *videogame* de futebol, os times do modelo de Silva agora teriam um número que mediria a habilidade do grupo, ou seja, o seu potencial de ganhar uma partida. Os resultados dos jogos continuavam a ser decididos aleatoriamente, mas a probabilidade de uma equipe ganhar ou perder passou a depender dos potenciais de ambos os times. Assim, o vencedor de uma partida aumentava seu potencial, enquanto o do perdedor diminuía. No empate, os potenciais dos times permaneciam constantes.

VIRTUAL X REAL

Com esse ajuste, o modelo funcionou melhor. Simulou com precisão a estatística acumulada de cinco campeonatos seguidos, mas apenas para o caso brasileiro. A pontuação dos torneios virtuais não batia com as dos campeonatos europeus, em especial do espanhol e do italiano.

Não foi difícil achar a explicação. O modelo assumia que todos os times começavam o campeonato com o mesmo potencial de vencer os jogos. Desde 2003, seis times já conquistaram o Brasileirão. Apesar de sempre haver favoritos, nenhum time nacional se destaca dos outros por muito tempo, por causa da habitual venda de craques para o exterior. Na Espanha é diferente. Os dois melhores times – Barcelona e Real Madrid – têm uma média de gols por partida muito superior à das demais equipes e quase sempre Real Madrid ou Barça é campeão. O mesmo acontece na Itália, com Juventus, Milan e Internazionale. O modelo só funcionou para todos os países quando Silva incluiu essa diferença inicial, ajustando os potenciais dos times a partir da média de gols por partida de cada equipe no campeonato anterior.

Por ora, o modelo só reproduz de modo geral como a colocação dos times evolui. Mas Silva e seus colegas esperam conseguir rastrear um time individual e simular seu desempenho, avaliando suas chances de ganhar o campeonato.

O físico Haroldo Ribeiro, da Universidade Estadual de Maringá, também vem observando a superdifusão em suas análises de partidas de futebol, críquete e xadrez. "Ainda há muito o que investigar", diz. "Podemos responder questões que os fãs dos esportes se perguntam ou justificar afirmações que muitas vezes eles fazem sem base científica." ■

Artigos científicos

SILVA, R. *et al.* Anomalous diffusion in the evolution of soccer championship scores: Real data, mean-field analysis, and an agent-based model. **Physical Review E**. v. 88, n. 2. ago. 2013.

SILVA, R. *et al.* A simple non-Markovian computational model of the statistics of soccer leagues: Emergence and scaling effects. **Computer Physics Communications**. v. 184, n. 3. mar. 2013.

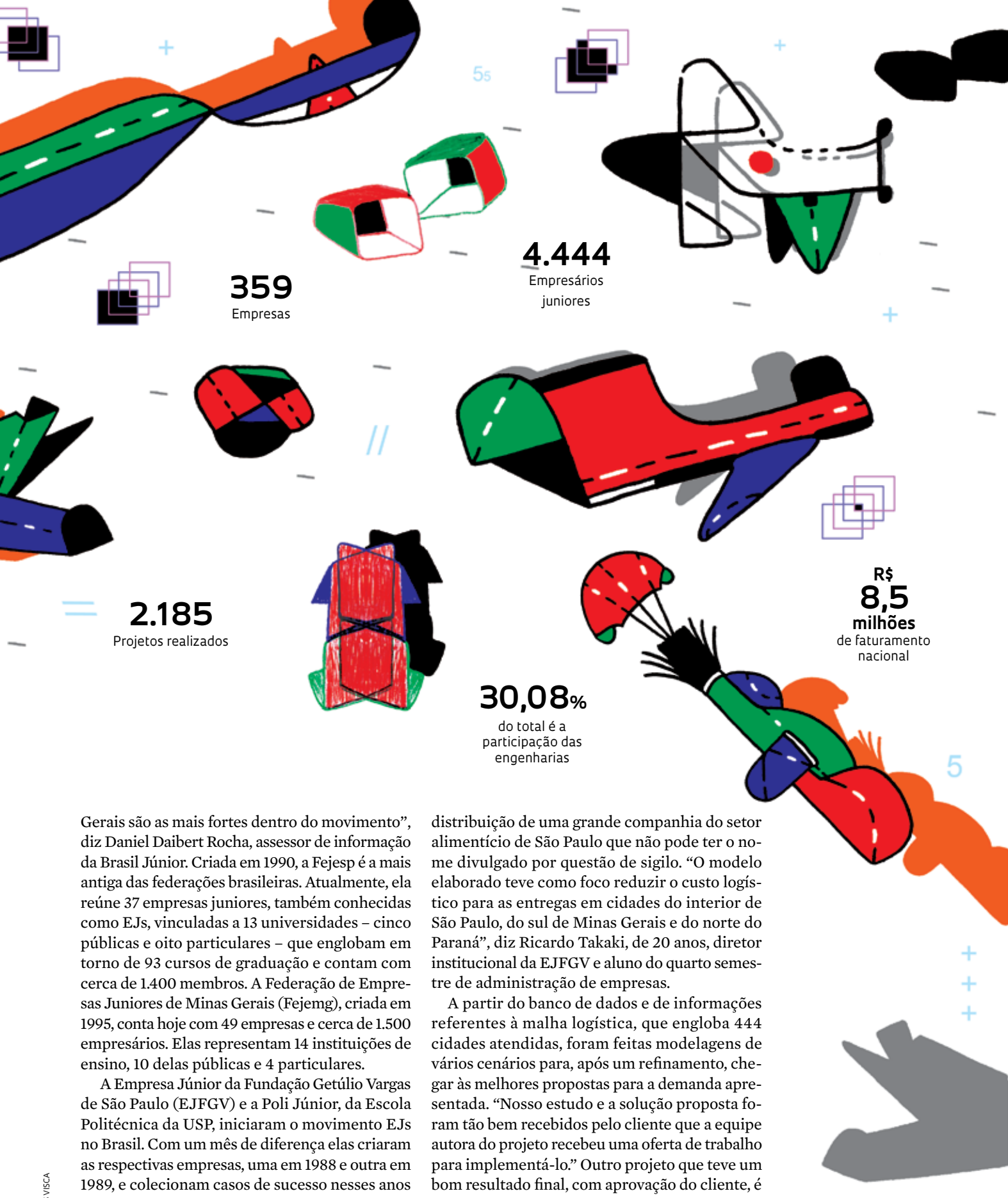
O futuro AGORA

Empresas juniores brasileiras faturaram R$ 8,5 milhões com mais de 2 mil projetos

Dinorah Ereno

Universitários da graduação, com idade média de 20 anos, conseguem transformar a teoria aprendida na sala de aula em prática antecipada do mercado de trabalho como membros de empresas juniores. "O fato de podermos vivenciar a experiência profissional desde muito cedo nos permite ter uma visão sistêmica do funcionamento do mercado de trabalho e uma preparação para o que vamos encontrar pela frente", diz Eduardo Amorim, de 22 anos, vice-presidente da Federação de Empresas Juniores do Estado de São Paulo (Fejesp) e aluno do quarto ano da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). O movimento empresas juniores, que surgiu na França em 1967 e chegou ao Brasil em 1988, tem conseguido a cada ano mais adeptos.

Em 2004 existiam no país 119 empresas e 1.417 empresários juniores. Em 2011, segundo dados do Censo e Identidade 2012 da Brasil Júnior – confederação que representa 14 federações estaduais –, o número de firmas chegou a 359 e o de empresários que responderam ao questionário foi de 4.444, mas a direção calcula que esse número ultrapasse 8 mil atualmente. Com 2.185 projetos realizados, as empresas tiveram um faturamento de R$ 8,5 milhões. "As federações de São Paulo e de Minas



Gerais são as mais fortes dentro do movimento", diz Daniel Daibert Rocha, assessor de informação da Brasil Júnior. Criada em 1990, a Fejesp é a mais antiga das federações brasileiras. Atualmente, ela reúne 37 empresas juniores, também conhecidas como EJs, vinculadas a 13 universidades – cinco públicas e oito particulares – que englobam em torno de 93 cursos de graduação e contam com cerca de 1.400 membros. A Federação de Empresas Juniores de Minas Gerais (Fejemg), criada em 1995, conta hoje com 49 empresas e cerca de 1.500 empresários. Elas representam 14 instituições de ensino, 10 delas públicas e 4 particulares.

A Empresa Júnior da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (EJFGV) e a Poli Júnior, da Escola Politécnica da USP, iniciaram o movimento EJs no Brasil. Com um mês de diferença elas criaram as respectivas empresas, uma em 1988 e outra em 1989, e colecionam casos de sucesso nesses anos de atividade. A EJFGV cita como exemplos dois projetos finalizados no ano passado. Um deles é o redesenho da malha logística de um centro de distribuição de uma grande companhia do setor alimentício de São Paulo que não pode ter o nome divulgado por questão de sigilo. "O modelo elaborado teve como foco reduzir o custo logístico para as entregas em cidades do interior de São Paulo, do sul de Minas Gerais e do norte do Paraná", diz Ricardo Takaki, de 20 anos, diretor institucional da EJFGV e aluno do quarto semestre de administração de empresas.

A partir do banco de dados e de informações referentes à malha logística, que engloba 444 cidades atendidas, foram feitas modelagens de vários cenários para, após um refinamento, chegar às melhores propostas para a demanda apresentada. "Nosso estudo e a solução proposta foram tão bem recebidos pelo cliente que a equipe autora do projeto recebeu uma oferta de trabalho para implementá-lo." Outro projeto que teve um bom resultado final, com aprovação do cliente, é o de uma escola do setor de educação, também de São Paulo, que precisava de uma avaliação da marca para atrair investidores. "Foi nosso

FONTE CENSO E IDENTIDADE 2012/ BRASIL JÚNIOR

ILUSTRAÇÕES VISCA

Representantes da Poli Júnior (*esq.*), que conta com 90 universitários das 19 áreas de engenharia da Escola Politécnica da USP, e da EJFGV, com 60 alunos, a maioria do curso de administração da FGV

primeiro projeto de *brand valuation*, que é a quantificação do valor da marca", diz Takaki.

Entre os casos de sucesso da Poli Júnior está a modificação do *layout* do galpão de estoque e distribuição de produtos da Mazzaferro, fabricante de produtos para pesca de Diadema, cidade próxima da capital, realizada por alunos de engenharia de produção com o auxílio de um professor da mesma área. "O rearranjo do *layout* da fábrica e do processo produtivo resultou em uma economia de R$ 1 milhão por mês", diz Pedro Martinez, de 20 anos, diretor-presidente da Poli Júnior e aluno do terceiro ano de engenharia da computação.

Outro projeto encerrado recentemente – uma demanda da Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE) – é o de um grampeador cirúrgico utilizado em operações gastrointestinais, que agora vai entrar na fase de testes. A proposta é de que o novo produto substitua o equipamento descartável utilizado atualmente, importado dos Estados Unidos a um alto custo. "Fizemos o desenho de todo o dispositivo", diz Martinez. A Poli Jr. também atualizou, a pedido do Departamento de Serviços Gerais da Escola Politécnica, as plantas baixas de todos os seus prédios localizados no *campus* do Butantã. "Fizemos a adição de novos elementos, como janelas, portas e a correção da formatação de escadas", relata. No total foram avaliados 15 prédios com 2.351 ambientes, abrangendo uma área total de 105 mil metros quadrados.

Desde a sua fundação, em 1988, empresa júnior da FGV já fez mais de 300 projetos de consultoria

A EJFGV é formada por graduandos dos cursos de administração, economia e direito. "Como os alunos podem se tornar membros a partir do primeiro semestre, nosso foco na seleção é mais no perfil do candidato do que no conhecimento técnico", diz Takaki. Assim como algumas EJs, a da FGV conta com uma consultoria de recursos humanos para auxiliar no processo de seleção de seus membros. Antes de participar dos projetos de consultoria, os selecionados passam por treinamento e cursos de capacitação. "Após a aprovação, eles têm um plano de carreira, que envolve várias etapas de preparação até que se tornem consultores."

Atualmente 60 alunos do primeiro ao sexto semestre fazem parte da EJFGV, a maioria do curso de administração. Desde a sua fundação, a empresa já fez mais de 300 projetos de consultoria. "Todo projeto é auxiliado por pelo menos um professor da faculdade, mas normalmente temos o respaldo de dois ou três professores", diz Takaki. A EJFGV tem parcerias com as consultorias Bain & Company, de administração, MBA Empresarial, de recursos humanos, e a Mandalah, que tem como foco a inovação com sustentabilidade. "Nossos projetos são pautados em sustentabilidade, visam ao aumento do lucro mas com um filtro ambiental e social", diz Takaki.

Na Poli Júnior, constituída por uma equipe de 90 universitários das 19 áreas de engenharia da Escola Politécnica da USP, o projeto seletivo é feito duas vezes por ano. "Nossa empresa é com-

Grandes empresas e cerca de 6 mil pessoas participam de *workshop* de recrutamento da Poli Júnior

posta principalmente por alunos do primeiro e segundo ano, mas temos também do terceiro e quarto", diz Martinez. O período de capacitação para um *trainee* vai de dois a três meses, após o qual ele é promovido a analista e tem como atividade a participação em projetos e eventos. De analista ele passará a gerente júnior, em que irá gerenciar um grupo de analistas, ou especialista júnior, em que trabalhará com projeto de pesquisa e desenvolvimento na empresa. A próxima etapa da escala é a promoção a sênior, responsável pelo acompanhamento dos juniores. Depois de cumpridas todas essas fases ele pode se candidatar a um cargo eletivo na diretoria.

"Como não podemos ter todo politécnico como membro, fazemos eventos, como uma semana de palestras e cursos direcionados a alunos de primeiro e segundo anos para mostrar as possibilidades de trabalho no futuro", diz Martinez. Também temos um *workshop* de recrutamento para o terceiro, quarto e quinto anos, com a presença de empresas como Itaú, Odebrecht, Shell e outras de grande porte e participação de cerca de 6 mil pessoas. Como são associações civis sem fins lucrativos, todo o faturamento das EJs é utilizado com gastos para a manutenção de infraestrutura e capacitação dos seus membros por meio de cursos, participação em eventos e conferências.

Com 10 anos de atuação no mercado, a Mecatron – composta por 25 alunos do curso de controle e automação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – realiza projetos na área de controle e automação para vários laboratórios e institutos da universidade e também para micro e pequenas empresas da região de Campinas. "Todos os membros participam de todas as etapas de um projeto, que englobam desde gerenciamento e *marketing* até suporte ao cliente", diz Guilherme Plazza, de 20 anos, diretor de *marketing* da Mecatron e aluno do segundo ano da faculdade. Atualmente a empresa mantém cerca de 20 projetos. Nos casos que demandam conhecimentos específicos, alunos de outros cursos de engenharia da Unicamp, como o de computação, também dão sua contribuição.

Entre os projetos desenvolvidos recentemente pela Mecatron, alguns merecem destaque, como um equipamento desenvolvido para uma doutoranda do Instituto de Química, que controla de forma automática as válvulas de um experimento de purificação de substâncias químicas. "Houve um aumento de 30% na quantidade de substância purificada e de 1% na pureza do produto da reação, além de redução de seis horas de trabalho por dia", relata Plazza. A empresa também desenvolveu um sistema de controle de temperatura para uma sala que abriga grande coleção de insetos de um professor do Instituto de Biologia. "Ele avisa pelo celular, por mensagem SMS, quando há variação anormal da temperatura."

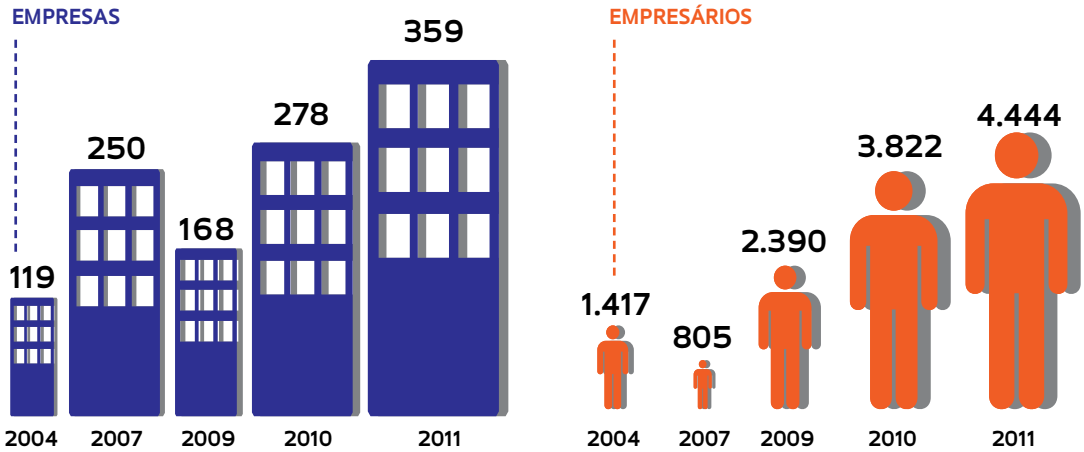
Microempresas da região também procuram a Mecatron. Uma lavanderia, por exemplo, encomendou a automação das máquinas utilizadas. "Para uma refinaria da Petrobras, desenvolvemos um *software* que mostra na tela do computador o andamento do processo de produção", relata Plazza, que desde o primeiro semestre do curso tornou-se membro da empresa júnior da Unicamp. "Quando entrei, minha ideia era conhecer como funciona e se organiza uma empresa e entender melhor o mercado de trabalho para no futuro me tornar um profissional melhor", conta. Ele considera que ultrapassou com folga as expectativas: "A minha visão de mundo se ampliou e, a partir do contato com clientes e outras pessoas, aprendi a me relacionar melhor e a trabalhar em equipe". Victor Stefanelli, que até junho deste ano

Membros da Mecatron, composta por 25 alunos do curso de controle e automação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp

FOTOS 1 E 2 EDUARDO CESAR 3 MECATRON

A força do movimento

Em oito anos número de empresas e de empresários triplicou



FONTE CENSO E IDENTIDADE 2012/BRASIL JÚNIOR

ocupava o cargo de vice-presidente da Ayra Consultoria, da área de gestão de negócios da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), compartilha da mesma opinião de Plazza. "Foi a experiência mais agregadora que tive desde que entrei para a universidade", diz Stefanelli, de 20 anos, aluno do sexto semestre da Faculdade de Economia da UFRJ. "Aprender a trabalhar com pessoas de diferentes perfis, com prazos apertados, metas audaciosas e recursos limitados, foi um desafio diário."

A Mecatron foi reconhecida como uma das quatro melhores EJs de todo o país pelo Programa de Excelência em Gestão da Brasil Júnior em julho deste ano, dentro da premiação régua 500 pontos. E foi escolhida também como a melhor organização sem fins lucrativos do estado de São Paulo, dentro do nível I do prêmio de qualidade edição 2013 concedido pelo Instituto Paulista de Excelência da Gestão (Ipeg).

A PJ Consultoria e Assessoria, formada por alunos dos cursos de engenharia de produção e engenharia mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é outra das quatro premiadas na régua 500 pontos da Brasil Júnior neste ano. "O prêmio comprova tanto a qualidade da prestação de serviços como a gestão interna", diz Arllen Jorge, de 21 anos, diretor de operações da empresa júnior. Além das duas, foram premiadas também a Ayra Consultoria e a FCAP Jr. Consultoria, da Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco.

PJ Consultoria, da UFMG, atende principalmente micro e pequenos empresários de Belo Horizonte

Criada em 1995, a PJ tem hoje 60 membros. "O processo de seleção é totalmente planejado e executado pelo nosso departamento de recursos humanos", diz Jorge. A maioria dos projetos tem como clientes micro e pequenos empresários de Belo Horizonte e região metropolitana. "Até setembro deste ano já estamos com 20 projetos, enquanto em todo o ano passado tivemos 23", relata Jorge, aluno do sexto semestre de engenharia de produção. No ano passado, a empresa júnior da UFMG faturou R$ 115 mil. "Este ano nossa meta é chegar aos R$ 140 mil." O processo seletivo é aberto a graduandos de todos os semestres da universidade. Mas a grande maioria dos membros da EJ cursa entre o segundo e o quarto semestres. A empresa tem 10 parceiros, entre eles a Bain & Company, a Amcham Brasil - Câmara Americana de Comércio e a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg).

Entre os casos de sucesso estão a implantação de um sistema de gestão da qualidade em uma companhia do ramo de construção civil de Belo Horizonte, que resultou em um aumento de 200% no número de obras executadas. Após esse projeto, a PJ Consultoria teve, em apenas seis meses, uma demanda de mais quatro projetos para implantação de sistemas semelhantes. Outra demanda considerada de sucesso é o

Conferência mundial de EJs reuniu no ano passado, em Paraty (RJ), 2.100 pessoas de 15 países

gerenciamento de processos e planejamento de *layout* do galpão da PMC, uma microempresa de produção de pisos intertravados de concreto de Nova Lima (MG), criada no final de 2011. Após 12 meses, os sócios decidiram contratar a PJ para mapear os processos produtivos e trabalhar no projeto fabril que iria receber uma segunda linha de fabricação de pisos.

A Poli Júnior, a Mecatron e a PJ Consultoria são uma amostra da composição das EJs. "As engenharias respondem por 30,08% da área de atuação no país", diz Rocha, da Brasil Júnior. Mas as ciências sociais aplicadas, que englobam consultorias de cursos como administração, arquitetura e urbanismo, ciências contábeis, comunicação social, direito e economia, também são bem representadas, com 23,12%. No estado de São Paulo, cerca de 70% são formadas por alunos de ciências exatas. As outras 30% são formadas por alunos de química, farmácia, relações internacionais e direito. Só em 2012 as empresas filiadas à Fejesp foram responsáveis por mais de 380 projetos comerciais e tiveram um faturamento em torno de R$ 4,4 milhões. "Isso significa que, mesmo representando cerca de 10% das EJs de todo o Brasil, respondemos por mais de 50% do faturamento", diz Amorim, da Fejesp, empresário júnior desde 2011.

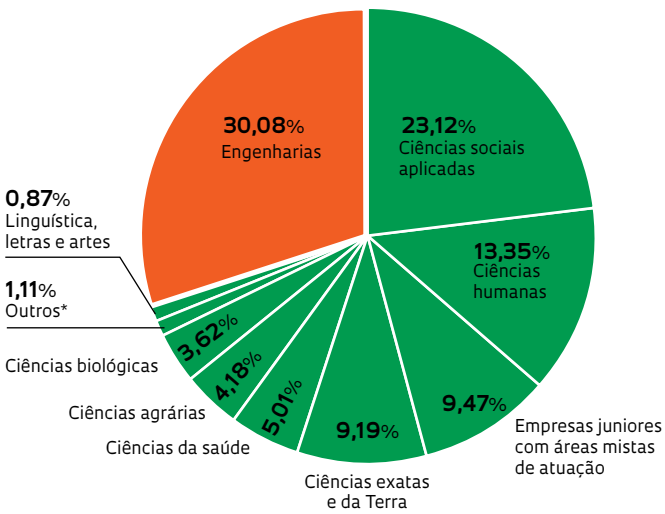
Na Federação de Minas Gerais a situação é bastante semelhante. "Também aqui, mais de 70% dos alunos são dos cursos de engenharia e administração", diz Ryoichi Penna, diretor-presidente da Fejemg. Os outros são vinculados aos cursos de comunicação, economia, contabilidade, farmácia, psicologia e tecnologia da informação. Penna, que está terminando o curso de administração na Universidade de Juiz de Fora, entrou na empresa júnior da universidade em janeiro de 2010, onde permaneceu por dois anos. "Saí para poder coordenar a conferência mundial de EJs no Brasil no ano passado e depois me candidatei à presidência da federação mineira", relata. A conferência mundial é realizada a cada dois anos. A do ano passado, em Paraty, no Rio de Janeiro, reuniu 2.100 pessoas de 15 países. "E ajudou a criar nos Estados Unidos a primeira empresa júnior, na Universidade de Illinois", diz Penna. Isso porque um professor da universidade esteve presente na conferência e se entusiasmou com o que viu. A próxima conferência será em Genebra, na Suíça, em 2014.

"O movimento EJ, além da Europa, é muito forte no Brasil", diz Penna. "Aqui conseguimos uma mobilização muito grande de empresas nos eventos." Prova disso são os encontros nacionais feitos anualmente que reúnem em torno de 1.700 pessoas a cada evento. Este ano o encontro foi em Porto Alegre e no próximo será em Aracruz, no Espírito Santo. "Temos também um trabalho de aproximação com a confederação europeia, com sede em Bruxelas", relata. Todo semestre, a Brasil Júnior envia dois ou três integrantes para lá. Na Europa, as confederações mais atuantes são, além da francesa, as da Alemanha, Holanda, Espanha, Portugal, Itália e Romênia.

Além de as federações serem responsáveis por ações de integração para fortalecer o movimento nacionalmente, elas também cuidam da regulamentação das empresas juniores. "Hoje temos no Brasil o selo EJ, que é anual", diz Penna. Para recebê-lo, as empresas passam por uma auditoria. As federações querem que o selo seja regulamentado por um projeto de lei, que está em tramitação no Senado. ■

Distribuição por áreas

Engenharias e ciências sociais aplicadas representam mais de 50% das EJs brasileiras



FONTE CENSO E IDENTIDADE 2012/BRASIL JÚNIOR

* Tecnologia da informação, biotecnologia, ciências e tecnologia e *design* de produtos

De mísseis a radares

Omnisys investe 20% da receita em P&D para desenvolver componentes de armamentos, satélites e radares

Yuri Vasconcelos

Se tudo correr como planejado, a Marinha do Brasil deverá lançar o primeiro protótipo de seu Míssil Antinavio Nacional de Superfície, conhecido no meio pela sigla MAN-SUP, em 2017. Esse armamento é considerado crucial para uma força naval moderna e bem equipada, ao lado de porta-aviões e submarinos para ações de defesa. Poucos países no mundo dominam a tecnologia para fabricá-lo. Os contratos de desenvolvimento do míssil brasileiro foram assinados no final de 2011 entre a Marinha e empresas brasileiras de alta tecnologia. A Omnisys, com sede em São Bernardo do Campo, na Região Metropolitana de São Paulo, foi selecionada para fornecer o autodiretor ou *seeker*, um radar embarcado no míssil responsável por fazer com que ele atinja o alvo com precisão. "Estamos orgulhosos de fazer parte de um programa tão importante para o país. Desenvolver esse equipamento para o primeiro míssil do gênero feito no Brasil é um trabalho de grande complexidade e um dos mais relevantes na carteira atual de projetos da Omnisys", afirma Lionel Collot, 46 anos, diretor da área de engenharia da empresa.

Formado em engenharia aeronáutica pela École Nationale Supérieure de L'Aéronautique et de L'Espace, em Toulouse, na França, e com passagens pela fabricante de aviões Airbus e Direction Générale de l'Armement (DGA) do Ministério da Defesa francês, Collot comanda há dois anos a equipe de 70 técnicos e engenheiros responsáveis pelas inovações que saem dos laboratórios da Omnisys. A empresa foi fundada em 1997 por três engenheiros eletrônicos, Luiz Henriques, Jorge Ohashi e Edgard Menezes, que trabalharam por alguns anos na Elebra, uma das maiores companhias brasileiras de eletrônica na década de 1980. No início, a Omnisys atuava como prestadora de serviços com foco em sistemas para aplicações aeronáuticas, navais

Da esquerda para a direita: Gustavo Sukadolnik, Thiago Kaneshiro, Sergio Forcellini, Lionell Collot e Carlos Mitikami

LÉO RAMOS

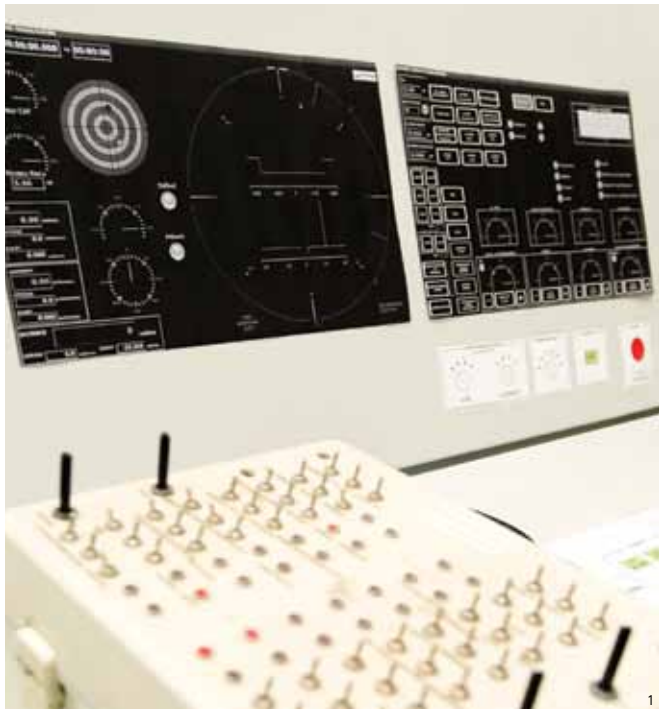
e meteorológicas. Em 2001 mudou sua natureza social e passou a agregar as atividades industriais de fabricação mecânica e eletrônica. A partir daí, seu crescimento foi ascendente. O faturamento saltou de R$ 700 mil em 2001 para R$ 23 milhões quatro anos depois, atingiu quase R$ 80 milhões em 2012 e deve crescer 30% no próximo ano.

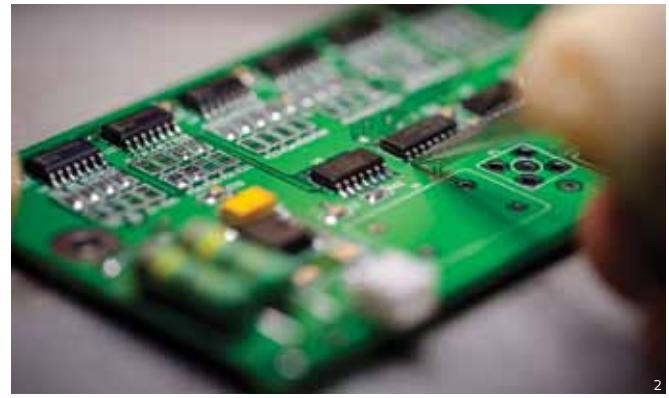
Em 2006, o controle da empresa passou para as mãos da multinacional francesa Thales, uma das líderes mundiais em tecnologia nos mercados de defesa, segurança, aeroespacial e de transportes. Presente em 56 países, a Thales (antiga Thomson-CSF) conta com 67 mil colaboradores, um terço deles engenheiros e pesquisadores, e destina cerca de 20% de seu faturamento a pesquisa e desenvolvimento (P&D) – percentual replicado por todas as empresas do grupo, inclusive a Omnisys. Em 2012, a receita do grupo atingiu € 14,2 bilhões (R$ 42,6 bilhões) e os recursos destinados a P&D somaram € 2,5 bilhões (R$ 7 bilhões). O Brasil é o epicentro da estrutura latino-americana da multinacional e, em breve, deverá concentrar mais de 50% dos negócios no continente. "O primeiro contato entre a Thales e a Omnisys ocorreu em 2001, quando o grupo buscou um parceiro brasileiro para instalar radares de tráfego aéreo no país. Depois, também em 2006, as duas empresas lançaram um programa comum para desenvolver uma nova família de radares de controle de tráfego aéreo de longo alcance e estabelecer no Brasil toda a infraestrutura industrial necessária para fabricação desses radares tanto para o mercado brasileiro quanto para o mercado mundial.

"Essa decisão foi tomada em reconhecimento à capacitação técnica e liderança da Omnisys nos setores de micro-ondas, eletrônica, defesa e radar. A partir daí, a parceria se fortaleceu até que a empresa acabou virando um braço da Thales no Brasil", conta Collot. Desde então, os franceses investiram por volta de € 120 milhões (R$ 360 milhões) na transferência de tecnologia para que os engenheiros brasileiros da Omnisys pudessem absorvê-la fabricar, integrar e testar seus radares em São Bernardo do Campo

Funcionário da Thales desde 1999, Lionel Collot trabalhou 10 anos no desenvolvimento de equipamentos para aviação na sede francesa do grupo, localizada na cidade de Vendôme, antes de ser enviado ao Brasil para comandar o setor de engenharia da empresa. Nesse período participou de vários projetos, entre eles o que envolvia o fornecimento de sistemas para os jatos da brasileira Embraer. Em um português com leve sotaque, ele explica que a área de pesquisa e desenvolvimento da Omnisys é dividida em três setores: eletrônica e *software*, micro-ondas e analógicos, responsável por projetos de radares, e escritório de *design*, que cuida do *layout*, e da documentação das inovações. "Nestes três setores, temos seis linhas principais de produtos em desenvolvimento. Além do autodiretor do MAN-SUP, projetamos e construímos radares de rastreio, de tráfego aéreo, sonares para submarinos, equipamentos para a Marinha e componentes para satélites. Cada um deles tem um engenheiro de sistema responsável pela coordenação do projeto."

Os engenheiros Thiago Kaneshiro e Sergio Forcellini fazem parte da equi-





FOTOS LÉO RAMOS

1 Protótipo de console de operação de radar de rastreamento do Centro de Alcântara

2 Placa eletrônica de sincronismo de radar de rastreio

3 A Omnisys participou de vários projetos do Programa de satélites Cbers

pe de 25 pesquisadores que projeta o autodiretor para o míssil da Marinha brasileira. Kaneshiro, 30 anos, entrou na empresa em 2005 como estagiário, quando ainda cursava engenharia elétrica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). "Meu primeiro projeto na Omnisys foi o desenvolvimento de uma estação de telemedidas para o Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão. Fiquei nele até 2007, quando já havia sido contratado. Depois participei da equipe responsável por um componente do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, o Cbers – no caso, a antena do transmissor em banda X que envia para as estações em terra as imagens captadas pelo satélite. Além da antena do transmissor, a participação da Omnisys no projeto do Cbers envolveu também o projeto e a construção de um subsistema de coleta de dados, um subsistema de transmissão de imagens e um computador de bordo para manuseio de dados. Os contratos para fornecimento desses componentes, que serão encerrados neste ano, totalizam R$ 53 milhões.

O engenheiro de telecomunicações Sergio Forcellini, 52 anos, um dos pesquisadores do setor de micro-ondas e analógicos da Omnisys, trabalha no desenvolvimento do receptor do *seeker*. Essa peça é responsável por receber e amplificar os sinais emitidos pelo transmissor do radar e refletidos no alvo – no caso, o navio a ser abatido. "Antes desse projeto, trabalhei em um discriminador de frequência digital, aparelho capaz de identificar a frequência dos sinais dos radares existentes em torno de um navio. A partir da leitura desses sinais o equipamento identifica se um navio é amigo ou inimigo", diz Forcellini. Com mestrado e doutorado em sistemas eletrônicos pela Escola Politécnica da USP, o pesquisador começou sua carreira na companhia de telecomunicações NEC do Brasil.

Outra importante área de atuação da Omnisys é o desenvolvimento de radares meteorológicos, de controle de tráfego aéreo e de rastreio – esses últimos são usados para identificar a trajetória de foguetes, mísseis e aeronaves. "No momento, estamos fazendo a renovação do sistema de comando e de telemetria de 24 radares de rastreio para clientes no Brasil, na França e na Guiana Francesa", diz Collot. Aqui no país fazem parte do pacote dois radares do Centro de Lançamento de Alcântara e outros dois do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, no Rio Grande do Norte. Na Guiana Francesa estão sendo modernizadas duas unidades do Centro Espacial de Kourou, usado para lançamento dos foguetes franceses Ariane, e na França a Omnisys está renovando 18 equipamentos instalados pelo Ministério da Defesa na costa Sul e Oeste do país para acompanhar lançamentos de mísseis e foguetes.

O líder do trabalho de modernização desses radares é o engenheiro eletricista Gustavo Sukadolnik, 33 anos, gerente de engenharia de sistemas. "Comecei a trabalhar na Omnisys em 2008 refazendo o *software* embarcado e a placa de controle dos radares de rastreio que ela desenvolvia. Fomos indicados para renovar os equipamentos da Guiana e da França pela competência que adquirimos ao longo dos anos. Nunca chegamos a fa-

INSTITUIÇÕES QUE FORMARAM OS PESQUISADORES DA EMPRESA

Lionel Collot, engenheiro aeronáutico, diretor da área de Engenharia	École Nationale Supérieure de L'Aéronautique et de L'Espace (Toulouse, França): graduação Institut d'Administration des Entreprises (Toulouse, França): MBA
Sérgio Forcellini, engenheiro de telecomunicações, Setor de Engenharia de Micro-ondas	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP): graduação Poli-USP: mestrado e doutorado
Carlos Mitikami, engenheiro eletricista, coordenador do Setor de Micro-ondas e Analógicos	Universidade Federal de Engenharia de Itajubá (Unifei): graduação
Thiago Kaneshiro, engenheiro eletricista, gerente de IVVQ (Integração, Verificação, Validação e Qualificação)	Poli-USP: graduação FGV: MBA
Gustavo Sukadolnik, engenheiro eletricista, gerente do Setor de Engenharia de Sistemas	Escola de Engenharia de Mauá (EEM): graduação

bricar um radar de rastreio do zero, mas temos esta capacidade, porque sabemos desenvolver todos os seus subsistemas", diz Sukadolnik. O pesquisador, que viajou 25 vezes à França nos últimos cinco anos para acompanhar o trabalho de renovação dos radares, também coordena a equipe dedicada ao projeto do *seeker*. Esse radar, ele explica, começa a funcionar somente depois do lançamento do míssil, na fase final de aproximação do alvo. "Se o navio se deslocar, a função do *seeker* é ajustar a rota do míssil para que ele acerte o alvo."

3

Projetos e construção de uma nova geração de radares para controle do tráfego aéreo

INTENSIDADES METEOROLÓGICAS

A experiência da Omnisys na fabricação de radares vem desde 2005, quando ela se torna a primeira empresa do Brasil e da América Latina a desenvolver um radar meteorológico do tipo Doppler que opera na chamada banda S, com raio de alcance de até 400 quilômetros. O projeto recebeu três financiamentos do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP e um do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe-Pipe), um convênio entre a Fundação e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). A diferença entre um radar Doppler e um convencional é que o primeiro é capaz de determinar a intensidade dos fenômenos meteorológicos. Ele consegue medir a velocidade e a direção das nuvens e das chuvas – ao passo que um convencional determina apenas o volume de precipitação em determinada localidade e tem alcance médio limitado a 100 quilômetros (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 117*).

O engenheiro eletricista Carlos Mitikami, 36 anos, coordenador do setor de micro-ondas e analógicos da Omnisys foi um dos quatro pesquisadores responsáveis pelo projeto do radar Doppler. "Minha primeira função na companhia foi fazer pequenos módulos do radar de trajetografia do centro de Alcântara, que é um equipamento para acompanhar o lançamento do foguete e verificar se ele está na trajetória programada. Quando finalizamos o projeto, passei a trabalhar no desenvolvimento do receptor do radar Doppler", diz Mitikami. "Precisamos nos manter constantemente atualizados porque desenvolvemos produtos que são feitos por poucas empresas no mundo." Antes de trabalhar na Omnisys, ele atuou na Ericsson, em São José dos Campos (SP).

A Omnisys também obteve aprovação de vários projetos pela Finep. Em 2006 projetou e construiu com efetiva transferência de tecnologia da Thales uma nova geração de radares de controle de tráfego aéreo civil e militar. Desde então fabricou 30 unidades do equipamento, que foram vendidas para o governo brasileiro e exportadas para América Latina, Europa e Ásia – no total, a Omnisys já comercializou seus produtos para clientes em nove países, entre eles México, Argentina, Paquistão e França. O mais recente campo de atuação da Omnisys é o desenvolvimento de sonares. "Estamos criando o primeiro centro de excelência de acústica submarina no Brasil. Para isso, traremos funcionários da França que vão montar a equipe e dar treinamento", afirma Lionel Collot. Segundo ele, foi criado neste ano um programa internacional chamado Cifre-Brasil envolvendo o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e seu correlato francês – a Agence National pour la Recherche Technologique (ANRT) – visando à formação de doutores nesta área. "Dois pesquisadores brasileiros serão enviados para fazer doutorado na França em 2014. Quando estiverem por lá, terão contato com a Thales e ao retornarem ao Brasil irão trabalhar na Omnisys", afirma o diretor de engenharia da empresa. Para capacitar seus funcionários, a Thales mantém cinco centros de pesquisa e tecnologia espalhados pelo mundo, em Cingapura, França, Canadá, Reino Unido e Holanda, além de um centro de treinamento, a Thales Université, nos arredores de Paris. A empresa possui em seu portfólio mais de 5 mil produtos e 13 mil patentes – 350 delas obtidas em 2012. ■

Projetos

1. Transmissor banda S para integrar sistema de radar meteorológico Doppler (02/07909-0); **Modalidade** Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Coord.** Jean Claude Lamarche – Omnisys; **Investimento** R$ 167.228,00 (FAPESP).

2. Conjunto de antena banda S para integrar sistema radar meteorológico Doppler (02/07910-8); **Modalidade** Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Coord.** Luiz Manoel Dias Henriques – Omnisys; **Investimento** R$ 286.804,60 (FAPESP).

3. Receptor banda S para integrar sistema radar meteorológico Doppler (02/07911-4); **Modalidade** Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Coord.** Jorge Hidemi Ohashi – Omnisys; **Investimento** R$ 250.092,40 (FAPESP).

4. Conjunto antena banda S para integrar sistema radar meteorológico Doppler (04/13928-2); **Modalidade** Pappe-Pipe - Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas e Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas; **Coord.** Luiz Manoel Henriques – (FAPESP). Omnisys; **Investimento** R$ 498.400,00.

Contra infecção hospitalar

Filamentos microscópicos de prata combatem bactérias e fungos

Marcos de Oliveira

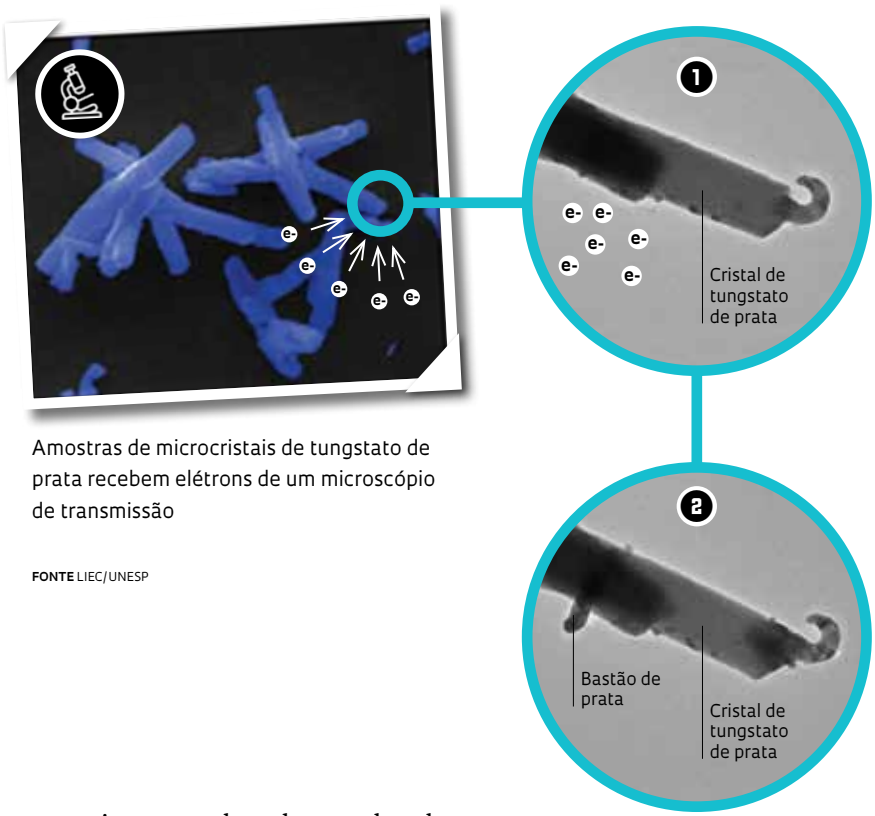
Bastões de prata que só podem ser vistos em potentes microscópios eletrônicos apresentaram ação contra a bactéria *Staphylococcus aureus,* resistente ao antibiótico meticilina e conhecida como Sarm, responsável por infecções hospitalares. "Foi por acaso que encontramos esses bastões de prata crescendo espontaneamente em uma amostra de tungstato de prata [Ag_2WO_4]", diz o professor Elson Longo, do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Araraquara, no interior paulista. "Estávamos estudando uma nova rota de produção do tungstato de prata, um composto de prata e tungstênio, para análise desse material, que é um cristal semicondutor, até possivelmente como esterilizante, e o colocamos num microscópio de emissão de campo elétrico por varredura e vimos o bastão, mas achávamos que o equipamento estava com defeito e fomos para outro microscópio, o de transmissão, e constatamos o mesmo fenômeno", diz Longo, que também é o coordenador do Centro de Pesquisa para o Desenvolvimento de Materiais Funcionais, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) da FAPESP.

"É uma nova geração de material bactericida", diz Longo. Os testes biológicos coordenados pelo professor Carlos Eduardo Vergani, da Faculdade de Odontologia da Unesp em Araraquara, mostraram resultados promissores também contra fungos. "Os fungos são compostos por moléculas maiores e muitos apresentam resistência aos fungicidas convencionais. Conseguimos bons resultados em experimentos com a *Candida albicans* e estamos testando em outras espécies", diz a professora Ana Machado, da equipe coordenada por Vergani. "Evidenciamos ainda que o crescimento de filamentos de prata no tungstato potencializou a capacidade do material de combater a proliferação de Sarm, resultando na redução em quatro vezes da quantidade da substância necessária para eliminar esse microrganismo", diz Ana.

A novidade traz mais uma vez o uso da prata como um potente e natural material bactericida. Ela é utilizada para esse fim desde a antiguidade. A explicação científica para esse uso está relacionada às cargas elétricas ou radicais livres presentes no metal que alteram as moléculas de DNA e interagem com as membranas celulares levando a danos nos microrganismos. "Mas não existe na literatura nada que se assemelhe ao que encontramos: um material se formando de dentro de outro material", diz Longo. "Jogamos partículas – que são elétrons presentes em maior quantidade e energia no microscópio de transmissão – no tungstato de prata e foram gerados espontaneamente filamentos apenas de prata, como se fosse uma semente de feijão que brota depois de ser enterrada na terra", diz Longo. "Normalmente se você tem um material composto, por exemplo, o cloreto de prata, e fazemos algo para decompô-lo, o resultado são dois elementos separados, cloro e prata", explica. "Ainda não sabemos exatamente o que acontece na prata do tungstato, estamos fazendo cálculos teóricos para entender melhor o fenômeno. Sabemos

Partículas geram fenômeno

Elétrons do microscópio eletrônico atingem amostra de tungstato de prata e o transformam em um novo material antibacteriano



Amostras de microcristais de tungstato de prata recebem elétrons de um microscópio de transmissão

FONTE LIEC/UNESP

Os elétrons provocam o aparecimento de filamentos formados apenas de prata ao longo do tungstato. O crescimento dos bastões ainda não tem uma explicação científica completa

que existem uma desordem e ordem dos *clusters* de prata que se decompõem formando prata metálica e se movimentam para a superfície dentro do cristal de tungstato de prata, e formam fios que se consolidam em algumas partes do material." O tamanho dos filamentos vai de micrômetros (da ordem de 1 milímetro dividido por mil) no comprimento a nanômetros (equivalente a 1 milímetro dividido por 1 milhão) na largura.

REPASSE PARA A INDÚSTRIA

Os filamentos de prata do tungstato não servem para compor medicamentos, e sim para serem incorporados a metais, plásticos ou outros materiais. Nos atuais usos, a prata sozinha é aplicada como bactericida em instrumentos cirúrgicos, máquinas de lavar, geladeiras e filtros, por exemplo. O grupo coordenado por Longo faz parte também do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia dos Materiais em Nanotecnologia, apoiado pela FAPESP e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq). O trabalho com nanopartículas de prata é desenvolvido há mais de uma década em parceria pelos grupos dos professores Longo, antes na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e José Arana Varela, da Unesp, atual diretor-presidente da FAPESP. Os avanços tecnológicos com essas nanopartículas conquistados pelos dois grupos foram repassados para a empresa Nanox (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 187*), uma *star-up* dos laboratórios da Unesp e da UFSCar, que produz e vende material formado por nanopartículas de prata para dotar de propriedades bactericidas e autoesterilizantes uma série de produtos como purificadores de água, secadores de cabelo, tintas, embalagens de alimentos, cerâmicas e instrumentos cirúrgicos.

O novo material, apresentado na edição de abril da edição *Scientific Reports* da revista *Nature*, também demonstra outra atividade: uso na decomposição de matéria orgânica em efluentes industriais ou águas de rios e riachos. "Testamos os filamentos com rodamina B, um composto químico vermelho que não perde a cor facilmente e é usado em testes internacionais em experimentos de produtos usados em tratamento de água", diz Longo. "Com os bastões de prata conseguimos em 30 minutos degradar a rodamina em água e dióxido de carbono [CO_2] em ambiente com luz solar porque os filamentos também são fotoluminescentes e reagem com o corante ajudando a degradá-lo. Os produtos atuais fazem a rodamina ser decomposta em mais de uma hora." Outra vantagem nesse processo é que os bastões de prata do tungstato podem ser reutilizáveis. Agora os pesquisadores, além de entender melhor o fenômeno, estão escrevendo patentes sobre os usos dos bastões de prata do tungstato. ■

Os filamentos também têm atividade na decomposição de matéria orgânica em efluentes industriais

Projetos

1. Centro de Pesquisa para o Desenvolvimento de Materiais Funcionais (nº 2013/07296-2); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Coord.** Elson Longo/Unesp; **Investimento** R$ 1.184.793,34 e US$ 1.060.186,89 por ano (FAPESP).

2. Instituto Nacional de Ciências dos Materiais em Nanotecnologia (nº 2008/57872-1); **Modalidade** Projeto Temático/INCT; **Coord.** Elson Longo/Unesp; **Investimento** R$ 838.500,00 e US$ 772.295,09 (FAPESP).

Artigo científico

LONGO, E. *et al.* Direct in situ observation of the electron-driven synthesis of Ag filaments on alpha-Ag2WO4 crystals. **Scientific Reports.** v. 3, nº 1.676. Abr. 2013.

FOTOS LIEC/UNESP

Mineração a laser

Feixe de luz poderá ser usado para perfurar rochas em busca de minérios e petróleo

Evanildo da Silveira

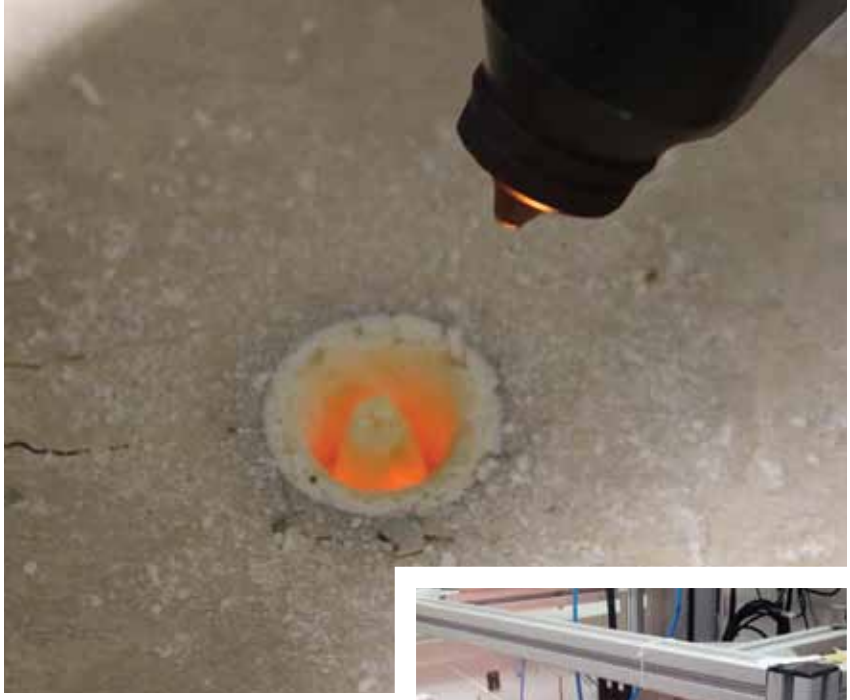
A exploração intensa e crescente de minérios tem gerado a necessidade de se procurar esse recurso em profundidades cada vez maiores. Essa dificuldade leva empresas internacionais da área de mineração a investir grandes somas no desenvolvimento de novas tecnologias para perfurar rochas. Uma das mais promissoras ferramentas em estudo é o laser. No Brasil, a Vale financia um projeto nessa linha, realizado por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Iniciado em 2010, o trabalho tem o objetivo de desenvolver uma tecnologia nacional, utilizando luz laser de alta potência para aplicação nas indústrias de mineração e petróleo. O grupo de pesquisa da PUC-Rio, coordenado pelo engenheiro mecânico Arthur Martins Barbosa Braga, estuda o uso de lasers para perfuração de rochas desde 2008 e duas patentes já foram depositadas no Brasil e exterior.

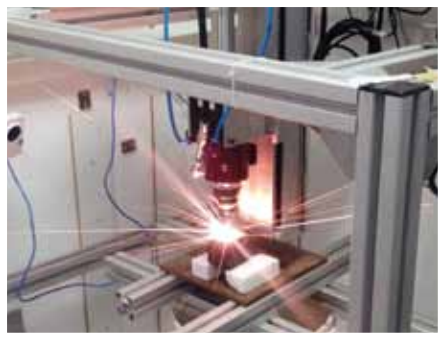
"Percebemos que desenvolvimentos importantes na área, particularmente de diodos de alta potência, fibras ópticas especiais e lasers a fibra, poderiam viabilizar o uso dessas tecnologias para perfuração", conta Braga. "Estão no mercado lasers a fibra com potência de dezenas de quilowatts. Ao mesmo tempo, os de diodo têm se tornado mais eficientes e compactos, com baixíssimas relações entre volume e potência." Esses dois tipos de lasers de alta energia podem, em princípio, ser transmitidos por vários quilômetros, no interior de uma fibra óptica. Segundo Braga, ainda existem alguns problemas tecnológicos a serem resolvidos, devido a efeitos não lineares que atrapalham a propagação da luz de alta potência nos núcleos de fibras de sílica. Mas progressos acontecem nas áreas de conectores e fibras ópticas especiais, que em breve poderão resolver essa dificuldade.

Outra possibilidade é a utilização de lasers de diodo compacto, de alta potência (alguns quilowatts), passível de transmissão por fibras ópticas com diâmetros compatíveis com as colunas de perfuração. As duas alternativas estão sendo exploradas no projeto da PUC-Rio, patrocinado pela Vale e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A ênfase da primeira fase das pesquisas foi colocada nos mecanismos de interação entre os diferentes tipos de rocha e a luz laser de alta potência. O estudo investigou os regimes de operação, faixas de potência, comprimentos de onda da luz compatíveis com as aplicações e limitações impostas pelo ambiente operacional da perfuração. Os pesquisadores montaram um equipamento para testes e desenvolvem um projeto conceitual de um protótipo. Os resultados da primeira fase do projeto também incluem uma melhor compreensão dos processos de interação entre a luz laser e as rochas.

Quando estiver pronta, a nova ferramenta deverá substituir os meios mecânicos empregados atualmente. O lançador será introduzido na rocha a ser perfurada até a profundidade necessária, que pode ser de alguns quilômetros a partir da superfície. Segundo o pesquisador da PUC-Rio, as primeiras propostas de utilização de lasers para perfuração de rochas e solos surgiram na década de 1970, mas apenas no final dos anos 1990 é que a tecnologia começou a se tornar viável. Foi quando surgiram os lasers de alta potência, desenvolvidos para o

FOTOS E ILUSTRAÇÃO ARTHUR BRAGA / PUC-RIO





Laboratório da PUC-Rio: testes com feixe de laser mostraram maior precisão

Luz em alta potência

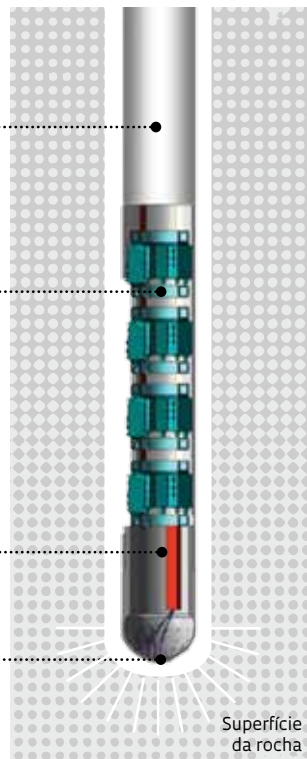
Sistema de perfuração de rocha com laser usa fibras ópticas

RECEPÇÃO DA ENERGIA
O sistema de perfuração é composto por um módulo de energia e controle e outro de perfuração. No módulo de perfuração, um primeiro subsistema é responsável pela conexão, distribuição e controle da energia que alimenta o segundo subsistema onde a luz é gerada.

PRODUÇÃO DE LUZ
A luz laser é gerada e levada por uma fibra óptica até o lançador, que é a interface da broca com o ambiente externo.

LANÇADOR ÓPTICO
Nessa parte extrema, a luz passa por lentes para focalização e direcionamento. A partir deste ponto, ela viaja livre pelo meio externo, por uma distância que pode variar de 1 a 50 centímetros, até incidir na superfície da rocha, aquecendo-a.

FEIXE DE LASER
O calor extremo produzido leva a rocha ao fraturamento ou à evaporação da parte atingida pelo feixe de luz, o que facilita a perfuração.



FONTE ARTHUR BRAGA/PUC-RIO

programa Strategic Defense Initiative, mais conhecido como Guerra nas Estrelas, concebido nos Estados Unidos nos anos 1980. Nos últimos anos desse século novos desenvolvimentos na área de fotônica começaram a tornar possível a utilização de lasers para perfuração fora dos laboratórios.

VANTAGENS IMEDIATAS

De acordo com Braga, os avanços recentes foram significativos. "Hoje várias tecnologias – baseadas em semicondutores, fibra óptica e lasers compactos de alta potência – se mostram maduras o suficiente para a perfuração de rochas", diz. As vantagens dessa tecnologia sobre os sistemas mecânicos são muitas, como perfurar diâmetros com maior precisão e aumentar e melhorar a taxa de penetração, que pode ser de 10 a 100 vezes maior do que as obtidas com as técnicas convencionais. Além disso, com o laser é possível perfurar rochas e metais com diferentes composições sem a necessidade de substituir a broca. Outra vantagem é o menor número de partes mecânicas móveis presentes no sistema, o que reduz os custos com manutenção. "É possível ainda manter maior controle da profundidade, diâmetro e direção de perfuração", acrescenta Braga.

Esse projeto em parceria com a PUC-Rio é apenas um no qual a Vale investe. De 2009 a 2012, a empresa aplicou R$ 402 milhões em projetos, dos quais R$ 338 milhões com recursos próprios e R$ 64 milhões de parceiros externos, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), CNPq e Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs). Os investimentos contemplam 161 projetos e 821 bolsas de pesquisa no Brasil e no exterior. Esses projetos são realizados dentro do conceito de inovação aberta que permitiu à mineradora atrair e acessar recursos por meio de parcerias. Há boas razões para a empresa investir em pesquisa e desenvolvimento. "Os minérios, hoje, têm teores do elemento químico de interesse muito abaixo do que tinham 20 ou 50 anos atrás", explica Luiz Eugênio Mello, diretor do Instituto Tecnológico da Vale (ITV). "E daqui a 10 ou 50 anos eles vão ser muito menores do que são hoje, daí a necessidade de investir mais em tecnologia." ■

Modernidade intercontinental

Coleção fundadora do MAC USP revela a importância da arte moderna italiana no Brasil

Márcio Ferrari

Uma das mais importantes coleções de arte italiana da primeira metade do século XX – certamente a mais importante em continente americano – se encontra em São Paulo. É bem conhecida historicamente por ter sido um dos núcleos fundadores do acervo do Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC USP). Mas agora, ao ser exposta no marco das comemorações dos 50 anos da instituição, aparece reorganizada e reavaliada, graças ao trabalho *Obras italianas das coleções Francisco Matarazzo Sobrinho e Yolanda Penteado*, de Ana Gonçalves Magalhães, docente e curadora da Divisão de Pesquisa em Arte, Teoria e Crítica do museu.

Ao recuperar os rastros da história da coleção, o estudo chegou a conclusões que valorizaram sua representatividade em escala internacional, com repercussão entre pesquisadores da Itália. Além disso, traz a público detalhes sobre o ambiente da arte moderna brasileira. "É um conjunto fascinante, não só pela qualidade das obras, mas porque de muitas delas, na Itália, se haviam perdido os vestígios", diz Paolo Rusconi, historiador da arte e professor da Universitá degli Studi di Milano (Unimi), na Itália. Rusconi foi o parceiro italiano no acordo de cooperação entre o MAC e a Unimi que visa ao estudo do modernismo brasileiro e, junto com Ana Magalhães, organizou um seminário em abril sobre o tema em São Paulo.

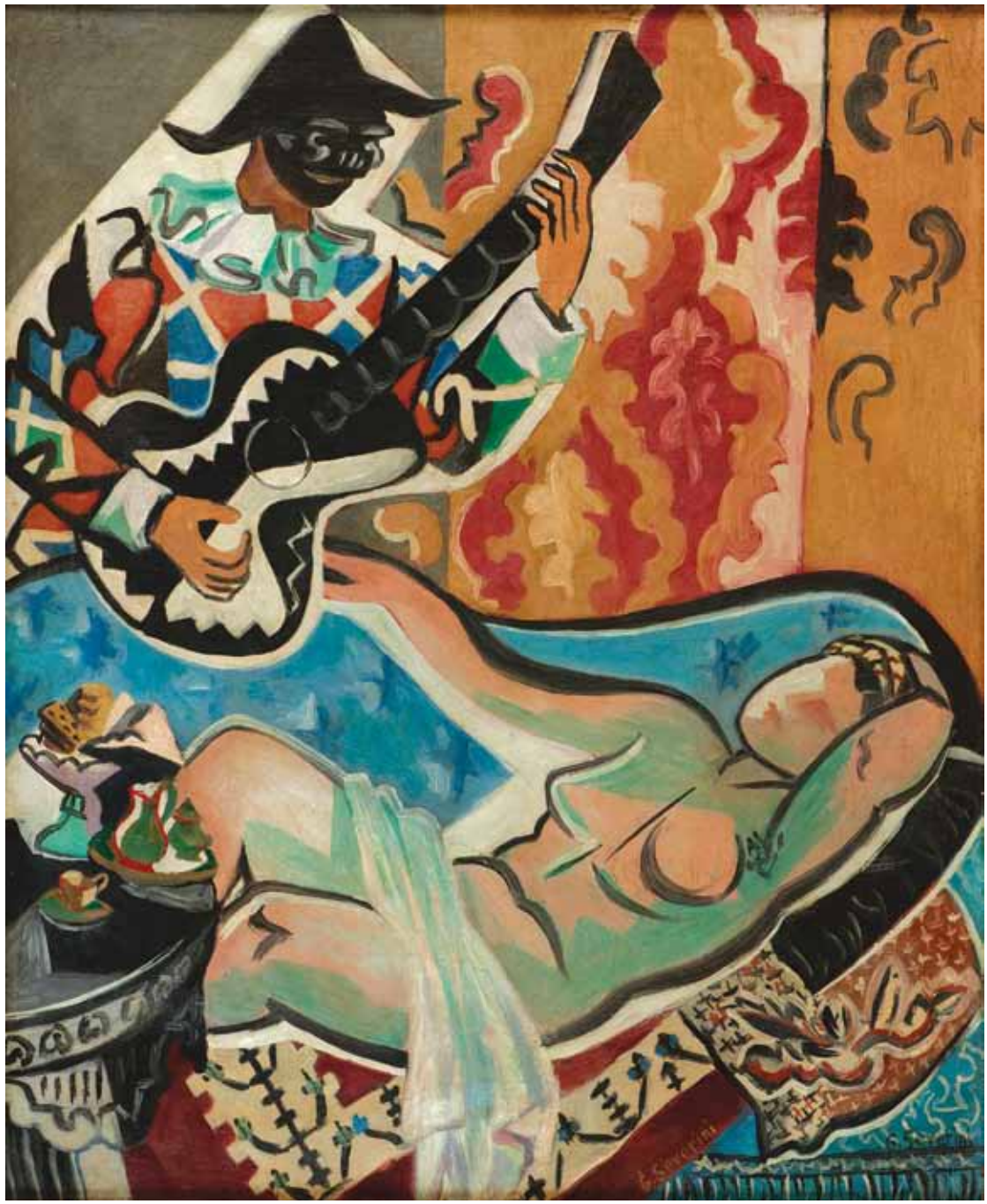
A exposição *Classicismo, realismo, vanguarda: pintura italiana do entreguerras*, que resultou da pesquisa, compreende as 71 pinturas da coleção, mais 10 de artistas brasileiros (entre eles Candido Portinari e Alberto Guignard) que dialogaram com seus contemporâneos italianos. Foi inaugurada em 31 de agosto na nova sede do MAC e fica até julho de 2014. Entre os artistas italianos há grandes nomes, como Giorgio de Chirico, Giorgio Morandi, Carlo Carrà e Amedeo Modigliani, este presente com seu único autorretrato conhecido, uma obra tão célebre que foi deslocada para outra exposição em cartaz, *O agora e o antes: uma síntese do acervo do MAC USP*.

O projeto original da curadora Ana Magalhães era reavaliar a catalogação do conjunto de obras, para permitir, entre outras coisas, sua publicação em ambiente virtual (em construção no *site* do museu). "Mas, durante a pesquisa", diz ela, "ficou claro que conhecíamos muito pouco da coleção, excetuadas algumas obras mais famosas."

O principal mito derrubado foi a noção, amplamente difundida, de que as coleções Matarazzo se formaram de acordo com o gosto pessoal do mecenas, sem critério estético ou histórico. "Foi um acervo adquirido por intermediários de Francisco [Ciccillo] Matarazzo Sobrinho na Europa, para o antigo Museu de Arte Moderna, num intervalo de 10 meses entre 1946 e 1947, mesma época em que se constituía também uma coleção francesa", diz a pesquisadora. "O acervo revela uma atenção às principais tendências da época, com destaque para a vertente do Novecento italiano. Dá para contar a história da arte italiana na primeira metade do século através da coleção." Ao mesmo tempo, segundo ela, o estudo mostrou que o ambiente artístico brasileiro não se encontrava em estado de atraso e descompasso com a Europa.

Pelo contrário, o que a equipe da curadora encontrou foi uma "intensa troca"

MAC USP / DIVULGAÇÃO



Mulher e arlequim,
Gino Severini
1946, óleo sobre
madeira

entre o modernismo paulista e o italiano. Nesse cenário se destaca a figura do teórico e artista plástico brasileiro Paulo Rossi Osir. "No fundo é ele, sua obra e sua biblioteca que iluminam essa coleção", conta ela. Osir viajava sempre à Europa e era dono de uma biblioteca sobre arte moderna que tem alguns de seus livros expostos junto à coleção Ciccillo-Yolanda.

As investigações sobre as aquisições levaram à descoberta do engajamento, na Europa, de nomes como o do galerista veneziano Carlo Cardazzo e de Pietro Maria Bardi. Este último viria a ser o curador do futuro Museu de Arte de São Paulo (Masp).

AMANTE DE MUSSOLINI

Numa história cheia de personagens fascinantes, surge a crítica de arte e dama da sociedade italiana Margherita Sarfatti. De ascendência judaica, Margherita foi, desde 1912, amante do futuro ditador Benito Mussolini e exerceu influência na intelectualidade que apoiava a ascensão do fascismo. Participou da fundação, em 1922, da estética do Novecento, o "retorno à ordem" da arte italiana depois dos anos incendiários do futurismo. Ao receber o apoio de Adolf Hitler e implantar o antissemitismo como política oficial na Itália, nos anos 1930, Mussolini afastou-se de Margherita, que acabou se exilando entre o Uruguai e a Argentina.

Foi nessa condição que ela recebeu a incumbência dos Matarazzo de coordenar as aquisições de arte italiana. "Um dos intermediários das aquisições realizadas na Itália foi seu genro, o conde Livio Gaetani d'Aragona", diz Annateresa Fabris, professora aposentada do Departamento de Artes Plásticas da Escola de Comunicações e Artes da USP. Embora exilada, Margherita manteve-se fiel às diretrizes estéticas que pretendiam mostrar ao mundo, segundo Ana Magalhães, uma "nova Itália".

"Era uma ruptura com o futurismo, embora alguns futuristas também tenham revisto sua primeira postura", diz Annateresa. "Margherita opunha o Novecento ao futurismo e à pintura metafísica de De Chirico, representado na coleção por obras posteriores a essa fase." A coleção abarca um grande núcleo dedicado ao Novecento, mas inclui outros artistas que gravitaram em torno dessa tendência ou mesmo se opunham a ela, como os artistas da Scuola Romana e do Grupo Corrente. Estão presentes nomes que nunca comungaram com a vertente principal, como Morandi. Um dos objetivos da pesquisa de Ana Magalhães foi questionar a ideia de que o Novecento foi a única vertente norteadora da coleção. "Talvez o quadro mais representativo seja o autorretrato de Mo-

1 *Gladiadores*, Giorgio De Chirico c.1935, óleo sobre tela

2 *Ponte de Zoagli*, Arturo Tosi 1937, óleo sobre tela

3 *Maternidade*, Felice Casorati 1947, óleo sobre tela

FOTOS MAC USP / DIVULGAÇÃO

O casamento com Yolanda Penteado aproximou Ciccillo Matarazzo da arte moderna

digliani", diz Annateresa. De acordo com a pesquisadora, nele o artista trabalha os aspectos cromático e linear, trata a si mesmo como uma imagem pensada, sem deixar de manter uma relação com o concreto e o real.

Como se vê, o cenário das artes italianas era, na primeira metade do século, um balaio de tendências não raro conflitantes. "A noção de tempo dos futuristas e da pintura metafísica era quase oposta. Os primeiros eram barulhentos defensores da máquina e da rapidez, enquanto os metafísicos trabalhavam com o silêncio, a imagem estática e a longa duração", diz Ana Magalhães. O Novecento, por sua vez, era inimigo da postura matemática e técnica do abstracionismo, tendência ainda em formação naquele momento e que é, segundo Paolo Rusconi, a única não representada, sequer indiretamente, na coleção Ciccillo e Yolanda.

MÉTODOS DE COERÇÃO

A presença do fascismo não se manifestou, no entanto, por meio de uma estética oficial. "A relação entre o regime e o ambiente artístico se deu por métodos de coerção ambíguos e capilares, como no uso de incentivos oficiais promovidos por Mussolini para agradar os artistas", diz Rusconi. Um personagem como Mario Sironi, presente na coleção do MAC com seis obras, teve a maior parte de suas obras públicas (murais e afrescos) destruída depois da queda do regime, embora elas não tivessem, tematicamente, relação direta com os ideais fascistas.

Para Annateresa, a coleção reflete a orientação estética de Margherita, mas também o gosto de Ciccillo, "que tinha uma visão eminentemente realista da arte". O momento em que as obras foram adquiridas, no entanto, indica uma mudança de curso em seu trajeto de colecionador. Ciccillo casou-se em 1946 com uma representante da elite paulista, Yolanda Penteado.

"O casamento fez com que Matarazzo se aproximasse da arte moderna", diz Annateresa, lembrando que Yolanda frequentava os círculos da intelectualidade modernista. "Até então, seu interesse era por arte acadêmica, mas a mudança de diretiva lhe permitiu se diferenciar da burguesia imigrante que havia se oposto ao modernismo." Ao mesmo tempo, se distinguia também de Assis Chateaubriand, que criava o Masp de acordo com uma perspectiva histórica da arte.

A fundação do MAC foi consequência, segundo Annateresa, de um "ato de força" de Ciccillo. Ele havia sido o criador e era o único responsável por subvencionar o Museu de Arte Moderna de São Paulo e resolveu doar o acervo à USP em 1963. Além de a coleção estar passando por "problemas econômicos e funcionais", Ciccillo se encantara com outra novidade – a Bienal de São Paulo. As confusões entre o que lhe pertencia e o que era acervo do museu ainda causam problemas na catalogação das obras.

"Ainda precisamos entender melhor a relação dos artistas brasileiros com os futuristas, do ponto de vista artístico", diz Ana Magalhães. No campo teórico, Mário de Andrade cunhou a expressão "futurismo paulista", que, segundo ela, significa "futurismo, sim; Marinetti, não", referindo-se ao mais eminente e radical teórico do movimento, Filippo Tommaso Marinetti. "A reverberação formal do futurismo entre nós é praticamente nula", diz. Annateresa observa que as relações entre o Novecento italiano e a arte no Brasil não se dá tanto por influência, mas por semelhança de princípios. O modernismo brasileiro, apesar de parcialmente disruptivo, nunca deixou de lado a tradição. "Há o interesse por uma sólida prática artesanal e realista. É uma pintura moderna 'moderada'."

A pesquisa de Ana Magalhães propiciou outros estudos, como a dissertação de Renata Dias Rocco, do programa de pós-graduação interunidades em estética e história da arte, do qual o MAC faz parte. Ela se debruçou sobre as quatro obras do pintor e teórico Gino Severini presentes na coleção, entre elas *Natureza-morta com pomba*, de 1938. Severini foi um artista bastante representativo das reviravoltas da arte italiana do período, tendo, de início, comungado com o futurismo. Realizou, no entanto, uma "mudança radical de rumo", que Renata decidiu investigar a partir das quatro pinturas, que formam uma espécie de elo perdido na trajetória do artista. ■

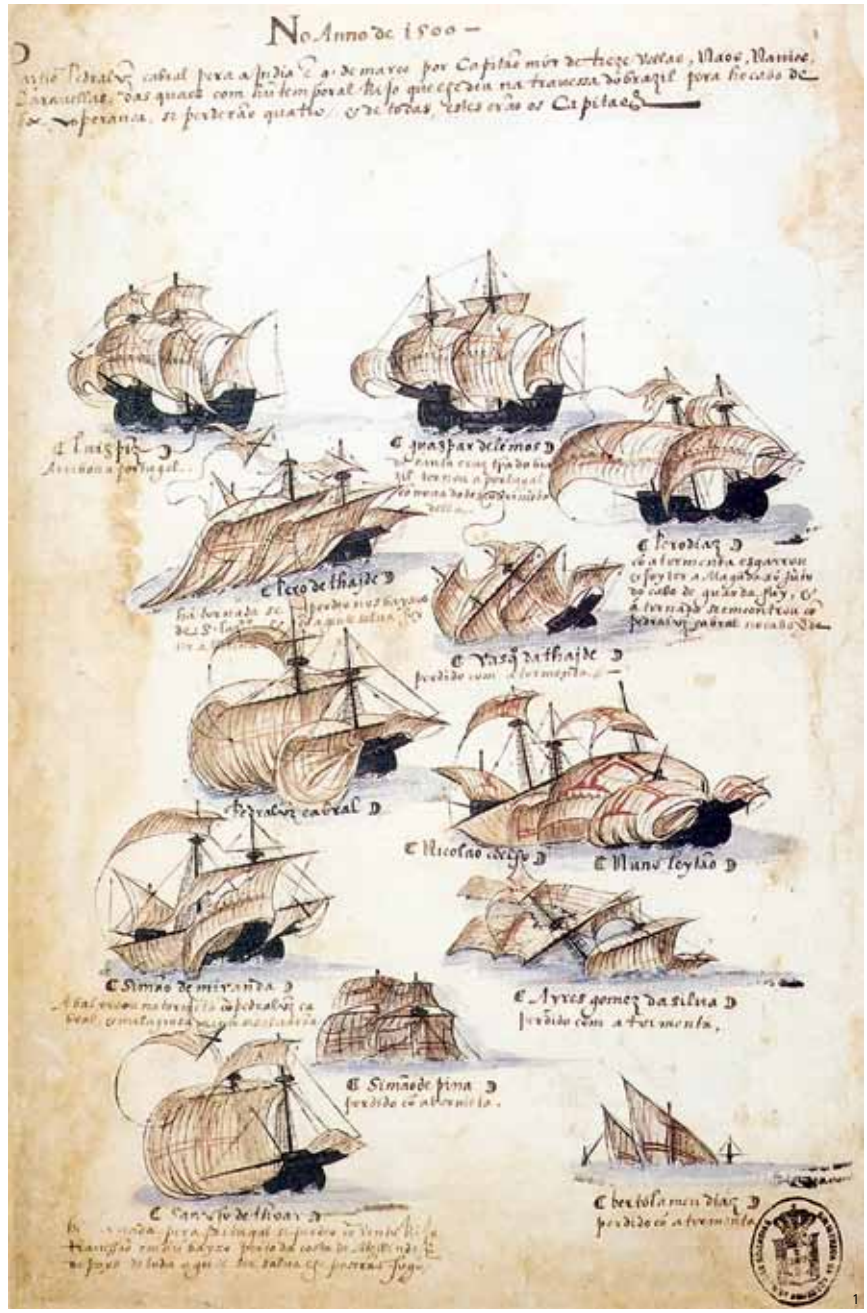
Projeto

Margherita Sarfatti e o Brasil: a coleção (nº 2011/00757-9); **Modalidade** Bolsa no Exterior; **Bolsista** Ana Gonçalves Magalhães – MAC USP; **Investimento** R$ 9.023,90 (FAPESP).

Os reis dos mares

Portugueses realizaram as grandes navegações mesmo sem a melhor matemática conhecida nos séculos XV e XVI

Neldson Marcolin



1

Representação de 12 das 13 naus da armada de Pedro Álvares Cabral, que consta no *Livro das armadas da Índia* (1665)

As navegações da época dos descobrimentos, nos séculos XV e XVI, dependiam basicamente de conhecimentos astronômicos. Estes, por sua vez, eram fundados na matemática. Quando portugueses e espanhóis iniciaram a era das grandes conquistas, a matemática mais avançada não havia chegado aos reinos da península Ibérica. O que eles praticavam era baseado na aritmética, na geometria e na astronomia da Antiguidade.

A matemática começava a tomar novos rumos, especialmente na Inglaterra com os monges filósofos como Roger Bacon, Thomas Bradwardine, Guilherme de Ockham e com os estudos realizados no Merton College, escola que deu origem à Universidade de Oxford. De acordo com a historiografia do período, esse desenvolvimento ocorreu a partir de 1096 graças ao contato com a cultura muçulmana ocasionado pelas Cruzadas, o nome pelo qual as guerras de

FOTOS 1 *LIVRO DAS ARMADAS DAS ÍNDIAS* (1665) **2 E 3** MARIO TADDEI ANCIENT BOOKS COLLECTION **4** *HISTORY OF THE USA* BY BENJAMIN ANDREWS

reconquista cristã contra os mouros ficaram conhecidas. Os muçulmanos haviam preservado e estudado o legado grego ao mesmo tempo que incorporaram elementos da cultura hindu.

Nos séculos XV e XVI, a astronomia usada pelos navegantes portugueses ainda tinha como base o sistema planetário criado por Ptolomeu, descrito no livro *Almagesto* (século II), e o trabalho de cosmografia *Tratado da esfera* (século XIII), do monge John de Sacrobosco, segundo o matemático Ubiratan D'Ambrosio, estudioso da história da matemática e hoje professor emérito da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Ambos, Ptolomeu e Sacrobosco, estavam superados se comparados ao que os ingleses já haviam escrito sobre o estudo dos movimentos.

Ainda assim os portugueses foram muito bem-sucedidos em boa parte graças às ações do infante dom Henrique no século XV. Ele foi o patrono dos descobrimentos ao estabelecer o que hoje seria chamado de estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico na região de Sagres, com a criação de técnicas de navegação e incentivos à indústria marítima. "O desenvolvimento da caravela, navio estável, ágil, rápido e mortífero, foi um grande projeto tecnológico", diz D'Ambrosio.

A lista de conquistas é impressionante: Ceuta foi dominada em 1415, Gil Eanes superou o cabo Bojador em 1434, Bartolomeu Dias dobrou o cabo da Boa Esperança em 1488, Vasco da Gama abriu caminho para as Índias em 1499, Pedro Álvares Cabral chegou ao Brasil em 1500 e Fernão de Magalhães encontrou a passagem para o oceano Pacífico em 1520. Sem contar o desembarque na América do genovês Cristóvão Colombo a serviço da Espanha em 1492.

Como tantos triunfos podem ter ocorrido mesmo com um conhecimento matemático menos avançado do que o existente no restante da Europa? "Entre os navegantes alguns conheciam astronomia prática, outros sabiam fazer cálculos e havia os que estudaram cartografia", explica D'Ambrosio. "Mesmo rudimentar, esse conhecimento se acumulou e se organizou em Portugal e ajudou nas navegações."

Tratado da esfera (século XIII), de Sacrobosco, livro importante para os navegantes portugueses

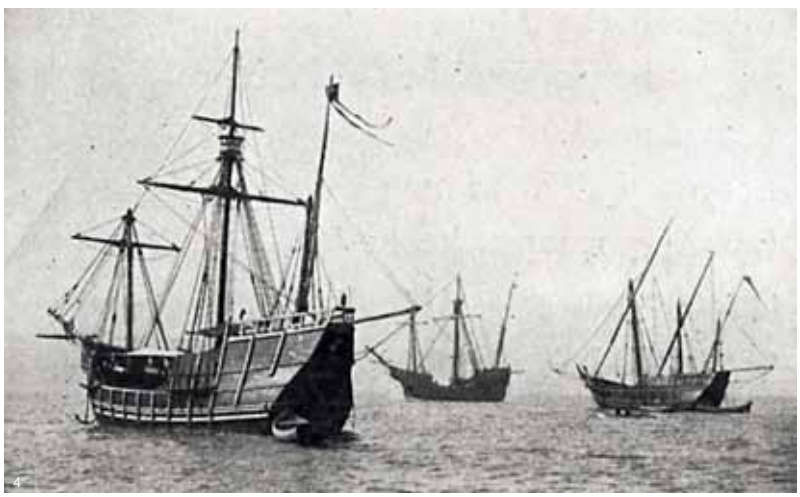
3

2

D'Ambrosio ressalta a diferença entre o conhecimento matemático na península Ibérica e o praticado nos demais reinos. No caso das navegações, o interesse estava voltado para a geometria. Os algarismos arábicos só foram utilizados em Portugal a partir do século XV, embora já no XII eles tenham se disseminado pela Europa por trazer mais facilidades para o comércio.

Apesar do raro intercâmbio com outros reinos, Portugal atraía personalidades que se tornaram importantes. Em 1475, Colombo encontrou em Lisboa seu irmão, o cartógrafo Bartolomeu Colombo, que vivia lá. O alemão Martin Behaím, de Nuremberg, foi à região em 1480 e introduziu a trigonometria no país. Ao voltar para sua cidade em 1492, Behaím apresentou o *Erdapfel*, o primeiro globo terrestre conhecido.

Para D'Ambrosio, o relativo isolamento de Portugal dos conhecimentos que circulavam na Europa se explica pelo fato de o país ter se fechado depois de expulsar os invasores mouros no século XIII. "A abertura para as informações técnicas e científicas já disponíveis só ocorreu com a grande reforma na Universidade de Coimbra, em 1772", diz ele. ■



4

Réplica dos navios Pinta, Nina e Santa Maria, de Colombo, em foto de 1893, nos Estados Unidos

Tambores do Benin

Estudo analisa a música ritualística dos grupos fon e iorubá da África Ocidental

Lauro Lisboa Garcia

O grupo étnico fon do sul do Benin, África Ocidental, cultiva certo estilo de música ritualística que poucos pesquisadores se dedicaram a estudar. Em 1984, quando era estudante na Alemanha, o professor Marcos Branda Lacerda, do Departamento de Música da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA/USP), decidiu viajar por três meses ao país africano para se debruçar sobre essa cultura, seguindo parcialmente o roteiro apresentado nos livros do fotógrafo, etnólogo e antropólogo francês Pierre Verger, que passou grande parte de sua vida em Salvador. Uma revisão crítica de seu longo trabalho será em breve publicada no livro *Música instrumental no Benin – Repertório fon e música batá*", pela Edusp.

Lacerda se concentrou em estudar também a música da população iorubá do Benin, principalmente os nagôs, conhecidos no Brasil. "Viajei por várias cidades e separei um conjunto pouco estudado na época, que era o batá. Tive a oportunidade de entrar em contato com muitos grupos

Grupo de músicos do Benin e seus tambores: livro sobre o tema será lançado em breve

musicais", conta. "Embora muito citada, a música batá era praticamente desconhecida na literatura musicológica. O próprio Verger se referia aos batás por causa do vínculo com a entidade religiosa Xangô. "Além do grupo fon, escolhi para o estudo os grupos batá de duas cidades", explica.

O pesquisador diz que há publicações bastante significativas no Brasil sobre pesquisas etnográficas e questões antropológicas afro-brasileiras, além dos trabalhos de Verger, como os estudos de Reginaldo Prandi. Porém, no aspecto etnomusicológico, seu estudo parece não ter precedentes. Na pesquisa de campo, Lacerda interagiu com músicos e parte do material gravado por ele deve acompanhar o livro. "O repertório iorubá que gravei lá já é conhecido. Publiquei há algum tempo um CD pelo Smithsonian Institution, que é muito cultivado pelo pessoal da área. Da população fon foi publicada pela Funarte alguma coisa, mas se esgotou rapidamente."

Segundo o professor, há uma série de elementos rítmicos que se aprofundam mais no repertório fon. "Era um repertório apenas indiretamente estudado por pesquisadores, sobretudo americanos e ganeses, que trabalharam sobre a tradição do grupo ewe. O grupo fon se aproxima mais culturalmente e também tecnicamente desse repertório. Há um aprofundamento de certos elementos rítmicos, com características que diferem muito das da música ocidental. É uma música muito peculiar pelo aspecto teórico", diz. Já o grupo batá se salienta pela densidade sonora, bastante original mesmo no âmbito dos estilos conhecidos de música percussiva africana.

Esses estilos são ligados aos cultos religiosos, mas a mesma música fon também está presente em celebrações de caráter institucional e solene. Seria o que os músicos tocariam "caso o presidente do país os visitasse".

Trata-se de uma música extremamente vinculada às ocasiões em que é originalmente executada, embora alguns elementos se projetem de forma diluída na música africana que é conhecida no mundo. "Os estilos populares buscam antes um enxugamento dessas texturas; esses repertórios não devem ser mantidos de maneira alguma dentro do mesmo espectro estilístico."

Lacerda trabalhou apenas com a percussão (há no livro quatro fotos para dar uma ideia de como são os tambores e da maneira como são tocados), embora os grupos étnicos pratiquem música para outros tipos de instrumento e para a voz. "A voz é muito importante, mas, por razões estratégicas, dediquei-me às partes musicais conduzidas apenas pelos instrumentos." O trabalho é dedicado também a questões de ordem teórica e a uma breve apreciação de como a música destes grupos teria influenciado a cultura brasileira, sobretudo na música ritualística dos cultos afro-brasileiros, como o candomblé e outras manifestações similares no Maranhão e no Pará.

Branda optou por restringir sua pesquisa praticamente apenas ao mundo musical africano. Para ele, querer escutar o africano para fazer a ponte imediata com o brasileiro comportaria "um risco intelectual". "O que se passou na música não é o mesmo que se passou com as religiões afro-brasileiras e, no momento, um paralelo excessivamente detalhado seria um pouco forçado", explica. "O universo brasileiro é múltipo, de uma complexidade conceitual muito forte e não há possibilidade de uma ponte direta – pelo menos não com a parte ocidental da África", conclui. ■

FOTOS ARQUIVO PESSOAL

Faro de fato

Estevão Azevedo

O nascimento da tese:

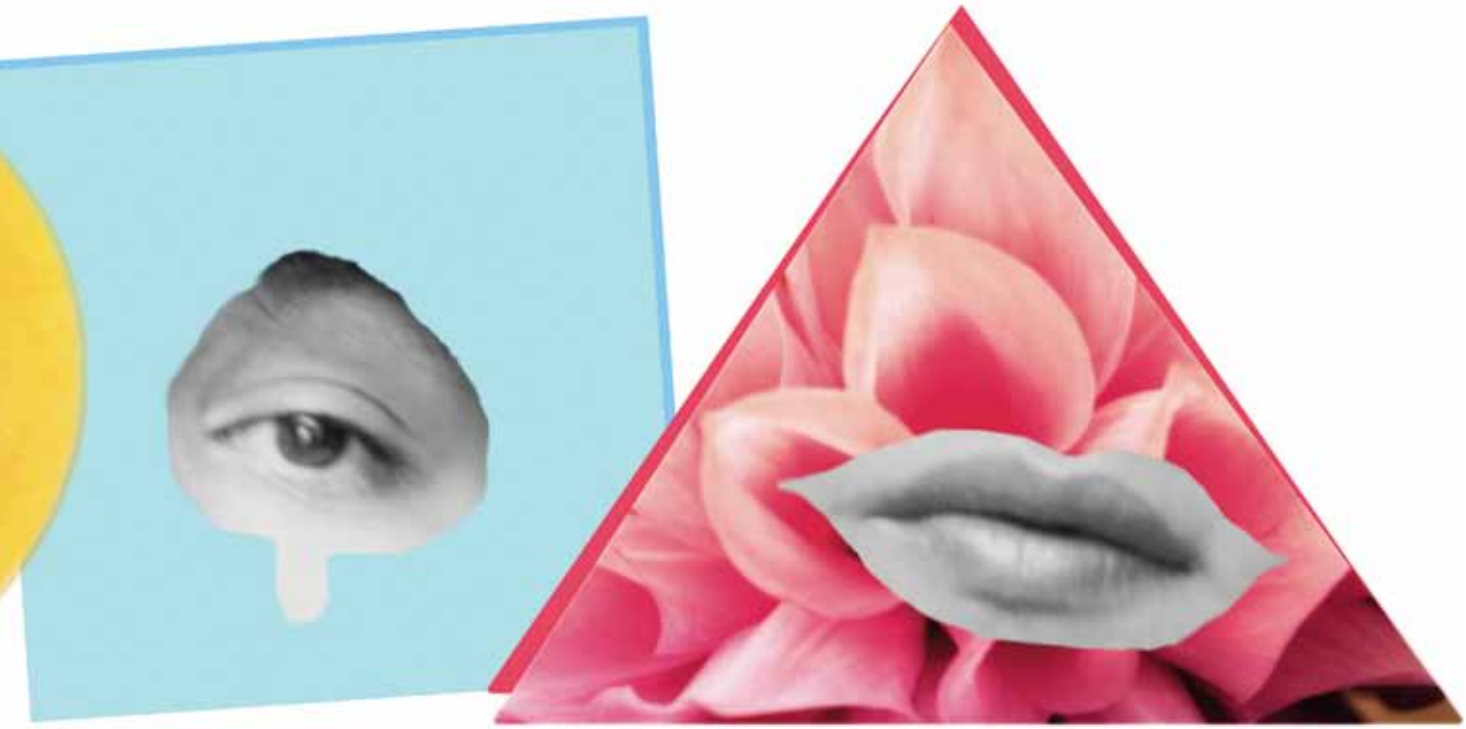
Deixou a mente divagar e concluiu, não sem um pingo de descontentamento, que não era bom em realmente nada, a não ser na ironia. Naquele tipo de frase espirituosa, que precisa ser dita na fração de segundo correta para surtir efeito, com sentido dúbio, e que provoca um sorriso contido, mais com a mente que com os lábios. Foi mais longe. Se o seu único dom era a ironia, a vida (ou Deus, para quem gosta) certamente era muito mais irônica que ele.

Primeira prova:

Pense num jovem cheio de amigos, saudável, inteligente, com namorada, sem traumas familiares, financeiramente estável e suicida. Agora, imagine que, quando ele decide finalmente que é chegada a hora de bater as botas, toma todas as precauções necessárias. Prepara o ambiente, põe a bala no revólver, o açúcar e o veneno no copo, dois nós na corda para evitar desgraças (sair vivo?). Finalmente, escreve a carta em que explica o ato: descreve sua angústia, revela o ódio que escondeu por anos, confessa a mais temível vilania, mostra a impossibilidade de viver num mundo tão injusto, escolhe um bode expiatório qualquer. O que importa é que todo seu ato, sua *mise en scène* fatal, sua coragem ou covardia baseava-se na leitura da carta por seus surpresos amigos, parentes, chefes ou próximos. Eis que, disparado o tiro, derrubada a cadeira, sorvido o veneno, no último suspiro de consciência, percebe um vento, antes inexistente, entrar por baixo do vão da porta trancada. Assiste-o, já agonizando, erguer lentamente a carta de despedida da mesa, que voa preguiçosamente em direção à janela do apartamento, dá voltas e voltas, ultrapassa o vidro, volta para dentro e, caprichosamente, sai novamente para nunca mais ser lida.

Segunda:

O problema não estava na cegueira. Com isso muitos convivem, uns bem, outros pior, mas convivem. O fato é que, impedido de ver o mundo desde o nascimento, não tinha a menor imaginação para construí-lo dentro de sua cabeça. Óbvio que não sabia disso. Enquanto qualquer de nós consegue enxergar ignorância nos deuses, de nós mesmos não vemos sequer a ponta do nariz, a não ser os muito desenvolvidos (de espírito, não de nariz). A partir dos sons não lhe vinha a forma. A partir dos odores não lhe vinha a beleza. A partir das texturas não lhe vinham as cores. Eram borrões nomeados. Tudo era seu próprio nome. Se lhe diziam que tal pequena era bela, sua mente sem imaginação não concebia a sensação de vê-la como a de enfiar as narinas



num monte de roupa recém-lavada ou a de roçar os dedos num pêssego perfeito. Suas feições lhe eram desconhecidas. Tateou-se. Tantas vezes fracassou naquele instante em que uma fagulha de invenção era necessária para unir as arestas do pensamento.

Terceira:

A mão pesada do tempo afastara até mesmo os últimos amigos. Em casa, a companhia da mãe, e entre eles os espaços domésticos, inermes, mobiliados com as diferenças que os separavam. E a idade, é claro. Como de rotina, anunciava-se após o almoço, com um som assustador, que era o som de nada acontecendo, e com alertas de que não haveria perigo algum, eis o verdadeiro perigo, anunciava-se a chegada da tarde, e com ela o marasmo. Tédio que só seria vencido com a vinda da noite e suas obrigações, o jantar, o banho – até a medida do enrugamento da pele – e o alívio do sono. No dia seguinte, no trabalho, o corpo e a mente a favor das causas inúteis e mundanas: cinco dias e lá vinha novamente, surgindo no horizonte, a besta-fera mais tranquila já vista. A tarde, com seus segundos imensos e afiados. E a aflição do solitário, que não era pouca, alargava-se, distorcia os músculos, que do mundo já não recebiam nenhum estímulo. Até o mar parava naquele instante. Nem uma brisa. O céu esforçava-se em cinza. Triste criaturinha. No móvel da sala, cheirando a mofo, em dois volumes, havia pessoas que ele conheceria melhor que a amante que sonhava em ter, não risse dele a natureza por puro capricho, criando em tal figura uma aversão às letras. Como quem constrói um ser pleno, mas faltando-lhe o único necessário. Faca sem lâmina, nariz sem buracos. E o solitário ali, com passos sem rumo nos metros quadrados, indo e vindo como se empurrasse um ponteiro, inconsciente da vida repleta de acontecimentos, bem mais do que a do aventureiro, o mais amado, o mais nobre, e que no móvel velho o esperaria, não estivesse ele privado da única arma que alonga a sua e qualquer existência.

Por se impor, a tese acaba:

Divagava, prestes a descobrir o que todos ou nenhum antes dele descobrira. As pistas sempre estiveram na ponta do nariz: quando a mosca ali pousou e com o dedo ele esmagou a existenciazinha e agora, com a máscara que garantia suas últimas inspirações lhe fazendo cócegas e exigindo dele, no leito, que risse da maior ironia.

Estevão Azevedo é editor e escritor. Publicou *O som de nada acontecendo*, de contos, pelas Edições K, e *Nunca o nome do menino*, pela editora Terceiro Nome, romance finalista do Prêmio São Paulo de Literatura de 2009.

ZÉ VICENTE

A atualidade das reflexões de Bobbio

Cláudia Perrone-Moisés

Norberto Bobbio: trajetória e obra
Celso Lafer
Editora Perspectiva
256 páginas, R$ 40,00

Muito bem-vindo este novo livro de Celso Lafer, reunindo textos produzidos ao longo de mais de 30 anos e que foram publicados de forma esparsa neste período. Muito bem-vindo, pois propicia ao leitor uma visão extremamente precisa e ao mesmo tempo rica em reflexões acerca deste autor, que é um dos grandes pensadores do século XX. Para se medir a importância de Bobbio na história do pensamento do século passado basta verificar o índice da obra, que corresponde aos campos do saber tratados por ele (relações internacionais, direitos humanos, teoria política e teoria jurídica). Pode-se medir, assim, a importância e atualidade dos assuntos tratados neste livro. Esses campos do saber são também aqueles eleitos pelo autor, que, como ele mesmo diz acerca de Bobbio, "na sua obra e no seu exemplo, encontrei uma referência fundamental que vem norteando a minha maneira de ver as coisas e tratar dos assuntos". A incrível clareza no trato de assuntos complexos e o diálogo norteado pelas virtudes laicas da dúvida metódica, da moderação, da tolerância e do respeito pelas ideias dos outros, conforme apontado por Lafer na primeira parte que apresenta um perfil de Bobbio, são algumas das principais características deste pensador. Como lembra Lafer, "o rigor da análise do filósofo não impediu o juízo do militante e a técnica do jurista não paralisou os esforços do cidadão para realizar os valores da justiça". Apesar de ter dedicado a maior parte de sua vida ao magistério, também participou da *vita activa* italiana de seu tempo, dialogando com seus pares, mas também com interlocutores com os quais não compartilhava das ideias, como o caso dos comunistas, com quem sempre manteve uma relação de respeito, apesar das divergências. Bobbio, ao longo de sua vida, tratou de quase todos os temas relacionados à política e ao direito, sempre com o rigor necessário ao trato de questões que necessitam, para que sejam devidamente analisadas, além de ideias, profundos conhecimentos históricos e teóricos acerca dos temas propostos.

Na parte do livro de Lafer que trata do tema dos direitos humanos um capítulo é dedicado ao livro seminal de Bobbio: *A era dos direitos*. Com efeito, como diz Lafer, neste livro "estão harmoniosamente presentes o grande teórico do direito, da política e das relações internacionais, não faltando também o intelectual militante que se dedicou à relação entre política e cultura". *A era dos direitos* é um dos livros mais importantes do pensamento dedicado ao tema. Incontornável para os estudiosos, deveria ser adotado como manual básico nas escolas, pois a clareza e ao mesmo tempo a erudição com que Bobbio analisa a luta pela defesa dos diretos humanos ao longo da história e suas marchas e contramarchas são um exemplo de como se pode aliar o direito à política sem cair no lugar-comum. Não é à toa que a obra de Bobbio tornou-se matéria obrigatória nos concursos jurídicos para cargos públicos em nosso país.

Outro grande assunto tratado por Lafer, e que é de aguda atualidade, é o clássico tema da guerra e da paz, que, em nossos dias, poderíamos chamar de: uso da força *versus* solução pacífica. Bobbio escreveu um livro dedicado a este tema, *Os problemas da guerra e as vias da paz*, no qual defende a paz como valor a ser preservado e o pacifismo como o caminho possível "no labirinto da convivência humana". A defesa de Bobbio do pacifismo foi, no entanto, colocada à prova diante da chamada primeira guerra no golfo Pérsico (invasão do Iraque no Kuwait e posterior intervenção internacional em 1991). Defendendo a legalidade da intervenção, face à invasão do território do Kuwait e a violação dos direitos humanos ocorridas nesta tentativa, por considerar que tanto do ponto de vista material (anexação de território e violação de direitos) como formal (autorização da Organização das Nações Unidas), a intervenção, além de legal, seria legítima, Bobbio enfrentou a crítica de seus alunos, que lhe cobraram, na ocasião, a falta de coerência desta análise por aquele, até então chamado de o "mestre da paz". Em sua resposta, Bobbio afirmou, "tenho muito medo de que os pacifistas acabem fazendo o jogo do adversário". Defendendo a ideia de que quando existe uma violação do direito internacional pelo uso da força o recurso à força como resposta é legítimo, Bobbio afirmou que nesta situação "o justo deve se fazer injusto para fazer justiça, o pacífico deve se fazer violento para estabelecer a paz, o amante da verdade deve mentir para não se deixar enganar pela mentira dos outros, o honesto

FOTOS EDUARDO CESAR

deve violar os pactos impostos pela força, o bom deve se manchar das mesmas culpas do malvado para fazer triunfar o bem". Em relação à posição adotada por Bobbio neste acontecimento, Lafer defende suas ideias no capítulo do livro "Guerra, direito e poder no golfo Pérsico".

Para Bobbio, a questão do uso da força está intimamente relacionada à ausência de um terceiro que possa exercer a função de mediador nas relações internacionais em relação às quais se coloca o problema. "Esta autoridade supranacional, este superestado universal, do qual esperamos a tarefa de regular os conflitos entre os Estados e de garantir em qualquer lugar a tutela dos direitos fundamentais do homem, é, pelo menos até agora, um *terceiro ausente*." Bobbio tem razão, pois, apesar de esperarmos da ONU o desempenho desta função, não podemos esquecer que se trata de organização intergovernamental e que, sendo assim, o mundo ainda não tem nenhuma instância supranacional que possa dirimir os conflitos sem a anuência dos Estados. Lafer analisa o livro de Bobbio *O terceiro ausente*, onde o autor aprofunda a análise da ausência deste mediador das relações internacionais nos capítulos "Bobbio e as relações internacionais" e "Paz e guerra no Terceiro Milênio: os ideais de Bobbio, balanço e perspectivas". Diante da situação em relação ao conflito da Síria, nada mais atual do que esses textos de Bobbio e Lafer, que, com o rigor do jurista e a coragem do intelectual, que participa ativamente da vida do mundo, trazem luz para um mundo onde todos podem falar, mas muito poucos sabem do que estão falando. Por esta razão e também por outras que podemos perceber, na leitura do livro de Lafer acerca da obra de Bobbio, nos damos conta da importância de intelectuais e professores como esses que dedicam suas vidas a "tirar o valor das coisas da obscuridade para a luz".

O livro de Celso Lafer é uma homenagem à inteligência, à honestidade intelectual, à tolerância das opiniões diversas e ao rigor analítico de Bobbio, que também estão presentes em seu próprio percurso, como intelectual e homem público. Em sua última aula, Bobbio, citando Max Weber, disse: "A cátedra universitária não é nem para os demagogos, nem para os profetas" – e sim, acrescento, para mestres como eles, que nunca se deixam levar pelos caminhos mais fáceis das assertivas sem fundamento.

Cláudia Perrone-Moisés é professora associada do Departamento de Direito Internacional e Comparado da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo.

O colecionador de ossos

A julgar pelo título bem-humorado, *Um esqueleto incomoda muita gente...* poderia ser mais uma provocação escrita pelo antropólogo físico e arqueólogo Walter A. Neves, coordenador do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Autor de uma ousada teoria sobre o processo de povoamento das Américas – o modelo dos dois componentes biológicos, formulado nas últimas duas décadas a partir de análises feitas em mais de 80 esqueletos humanos resgatados na região mineira de Lagoa Santa, entre os quais se destaca a famosa Luzia, um crânio de 11 mil anos que é o mais antigo encontrado no continente –, Neves não costuma fugir de uma boa briga acadêmica. Mas o livro não tem como objetivo defender sua teoria a respeito da entrada do *Homo sapiens* em nosso continente. Seu foco é explicar o trabalho de um antropólogo físico ou bioantropólogo, especialista que "estuda a evolução e a diversidade humanas através de caracteres biológicos", fundamentalmente os ossos de populações do passado ou da atualidade.

Um esqueleto incomoda muita gente...
Walter A. Neves
Editora da Unicamp
160 páginas,
R$ 30,00

Em um texto leve, didático e recheado de exemplos, Neves mostra como a bioantropologia se insere no contexto maior da arqueologia pré-histórica, que busca reconstruir como era o comportamento de sociedades extintas por meio do estudo dos lugares em que viveram esses antigos habitantes e das características exibidas por seus objetos. Além de destacar os cuidados adotados pelos antropólogos físicos em seu delicado trabalho de campo de desenterrar o passado, o autor traça um panorama dos diferentes tipos de dados que podem ser obtidos a partir de distintas análises efetuadas em crânios e ossadas. Sexo, idade aproximada, tipo de dieta, presença de doenças, estilo de vida, causa provável da morte – essas e outras informações podem ser extraídas, com uma pitada de sorte e uma boa dose de conhecimento técnico, de ossos mantidos em bom estado de preservação. Um esqueleto incomoda muita gente, pois, como diz o título do livro, oferece material para ser estudado por vários (tipos de) pesquisadores, às vezes por anos a fio. **Marcos Pivetta**

Para entender Arnaldo Vieira de Carvalho

Luiz Otávio Ferreira

Memória do Saber
Arnaldo Vieira de Carvalho
Maria Amélia Mascarenhas Dantes e Márcia Regina Barros da Silva (*orgs.*)
Fundação Miguel de Cervantes / CNPq
360 páginas, R$ 35,00

O livro *Arnaldo Vieira de Carvalho e a história da medicina (1867-1920)*, organizado pelas professoras da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo Maria Amélia Mascarenhas Dantes e Márcia Regina Barros da Silva para a Coleção Memória do Saber, reúne sete estudos escritos por um seleto grupo de historiadores especialistas em história da medicina e das ciências.

Os autores assumem o desafio de refletir sobre a trajetória de Arnaldo no "campo médico" de sua época associando a ação do indivíduo singular aos contextos sociais e institucionais pertinentes. O resultado é uma "biografia" científica e profissional não convencional na qual os laços familiares, as lutas políticas, as ideologias cientificistas, os conhecimentos e as práticas médicas, as políticas sanitárias, os interesses da corporação médica e o estilo de vida das elites urbanas paulistanas são acionados para dar inteligibilidade à vida pública e privada do ilustre personagem.

Em capítulo dedicado à articulação entre a produção científica e a atuação médica, Márcia Barros acompanha o jovem médico escolhido para comandar a "nova fundação" hospital da Santa Casa da Misericórdia, iniciada em 1894, que resultou na renovação das práticas médicas vigentes na instituição. Apesar de ainda inexperiente, Arnaldo foi, à frente desse hospital, o realizador dos interesses e ideias da nova geração de médicos identificados com a "medicina experimental". Sem reputação clínica e científica consolidada, sua ascensão aos primeiros cargos institucionais não pode deixar de ser atribuída ao capital social herdado de sua família, especificamente de seu pai, o advogado e político Joaquim José Vieira de Carvalho.

Maria Amélia estudou a atuação de Arnaldo como diretor do Instituto Vacinogênico de São Paulo, ressaltando seu papel de modernizador institucional. Ao assumir em 1890 a repartição técnica do governo estadual responsável pela produção da vacina antivariólica, Arnaldo tinha como tarefa viabilizar uma das principais metas da política de saúde pública em implantação: produzir e difundir uma vacina eficiente contra a varíola.

Luiz Antônio Teixeira e Vanessa Luna mostram que à frente da Sociedade de Medicina e Cirurgia de São Paulo Arnaldo desenvolveu ações filantrópicas como a Policlínica de São Paulo (1896), entidade que prestava assistência médica e vacinação contra a varíola para as famílias pobres.

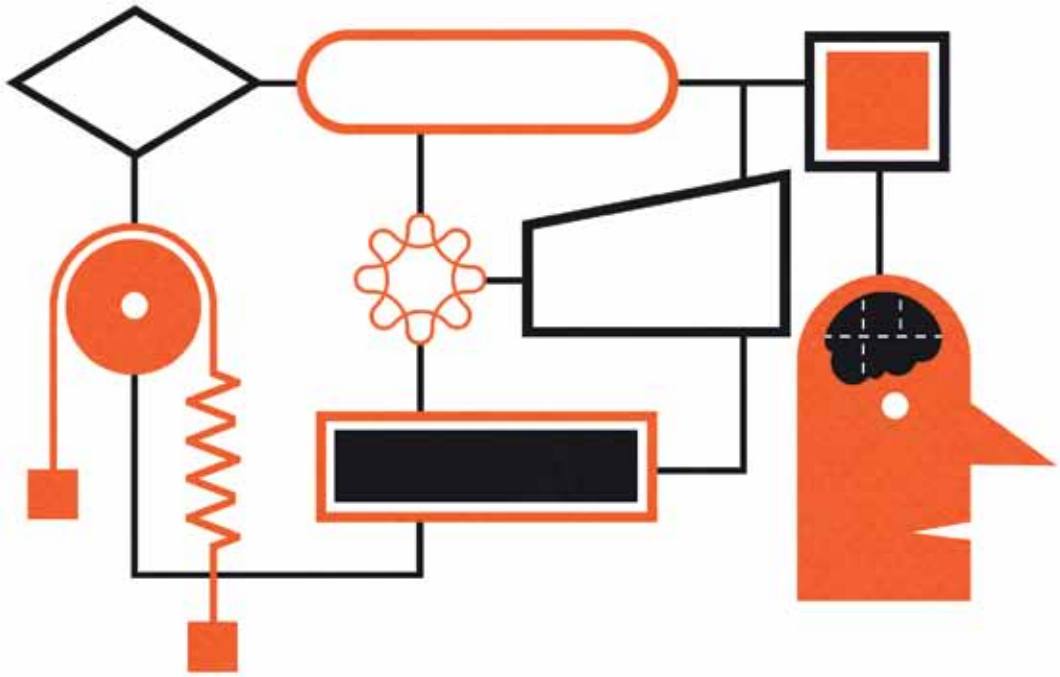
O tema da filantropia remete a outra faceta do médico: a adesão à agenda de reforma social defendida pelo "positivismo ilustrado". Esse é o tema explorado por Maria Gabriela Marinho ao analisar a atuação de Arnaldo como diretor da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo entre 1912 e 1920. Apesar dos fortes vínculos mantidos por ele com Luiz Pereira Barreto – representante do "positivismo ilustrado" em São Paulo –, fica demonstrado que sua atuação no comando do processo de implantação da faculdade foi mais pragmática do que pautada pela agenda positivista.

Já a visão cientificista de Arnaldo é bastante evidente quando se observa seu entendimento a respeito do papel do médico na adoção de práticas que visavam ao "aperfeiçoamento" físico-moral do "homem brasileiro". Como explica Regina Cândida Elerro Gualtieri, ele defendeu ideias eugênicas pouco comuns, entre as quais se destacava a do "valor biológico da mulher". Catedrático de ginecologia, ele defendia que o sexo feminino deveria ser aperfeiçoado do ponto de vista fisiológico e moral.

O cuidado com sua imagem foi uma preocupação constante do médico, segundo conclui James Roberto Silva depois de analisar fotografias da época. Atento à importância simbólica da imagem para o homem público, Arnaldo teria sido meticuloso com sua aparência pessoal, expondo uma estética que o distinguia claramente de seus pares médicos e deixando evidente seu poder institucional e prestígio pessoal.

No território da memória coletiva, que nos é apresentado por André Mota, as ações e realizações de Arnaldo Vieira de Carvalho tornam-se a matéria-prima para construção social do "herói paulista da medicina brasileira". Equiparado a Oswaldo Cruz, o herói republicano da medicina brasileira, o mito de Arnaldo foi incorporado às lutas simbólicas relativas à construção da identidade regional paulista.

Luiz Otávio Ferreira é doutor em história social, professor e pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



Pelos caminhos do conhecimento

O físico Adenauer Casali criou um método para medir o nível de consciência de pessoas com dano cerebral

O gaúcho Adenauer Casali, de 35 anos, tem uma carreira acadêmica bastante singular. Graduado em física pela Universidade Federal de Santa Maria, fez mestrado na Universidade de São Paulo na área de cosmologia com modelos da teoria das cordas em 2003, orientado pelo professor Elcio Abdalla, e teve aprovado um projeto de doutorado na mesma linha de pesquisa. "Nesse período já havia publicado alguns artigos, mas fiquei um pouco decepcionado com os rumos da física teórica no Brasil, que era dominada pelo paradigma da teoria das cordas", relata Adenauer. "É uma área de muita abstração matemática, em que não se vislumbrava a possibilidade de se testar a teoria experimentalmente." Aos poucos, a motivação para continuar as pesquisas na área acabou e ele desistiu da física. "Voltei para o Rio Grande do Sul e decidi entender um pouco de mercado financeiro", conta. Durante um ano e meio se dedicou a estudar o mercado de derivativos. "Mas continuava interessado por ciência e desenvolvia projetos na área de informação quântica, quando surgiu a oportunidade de ir para a Itália." Na ocasião, sua mulher, que ele conhecera na graduação, tinha ido fazer um doutorado sanduíche em Milão. Ele aproveitou a oportunidade e submeteu um projeto, com duração de um mês, para uma escola de informação quântica em Trieste.

Adenauer Casali: universos distintos

Ao término da escola conheceu o professor Marcello Massimini, da Universidade de Milão, que estava montando um laboratório de estimulação magnética transcraniana e eletroencefalograma e precisava de alguém para fazer a programação das ferramentas de processamento e análise de sinais. "Como tinha aprendido programação na faculdade, aceitei a proposta", relata. Durante cerca de um ano ele desenvolveu programas para o laboratório

FOTO ADENAUER CASALI ILUSTRAÇÃO DANIEL BUENO

e a partir de 2007 foi contratado como pesquisador. "Percebi o enorme potencial da técnica e decidi estudar fisiologia para, no início de 2009, submeter um projeto científico de doutorado na área."

Em seu doutorado, defendido em janeiro de 2012 na Escola de Medicina da Universidade de Milão, Adenauer desenvolveu, em colaboração com Massimini, um novo método para medir o nível de consciência de pessoas com dano cerebral. "É uma medida objetiva que funciona como uma escala do nível de consciência", diz.

Batizado de PCI (índice perturbacional de complexidade), o método ganhou a capa da revista *Science Translational Medicine* da edição de 14 de agosto. "A publicação chamou a atenção de grupos europeus e americanos para o uso da técnica na pesquisa clínica, não só para medir o nível de consciência, mas também para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de outras condições em que áreas do cérebro podem estar alteradas, como na esquizofrenia e depressão", relata. De volta ao Brasil em 2012, continuou colaborando com grupos estrangeiros, como o de Milão, a Universidade de Liège, na Bélgica, e a Universidade de Wisconsin, nos Estados Unidos, já que a técnica não é empregada ainda em pesquisa clínica no Brasil. Desde julho deste ano, após ser convidado pela professora Maria Cláudia Irigoyen para trabalhar com processamento de sinais cardíacos, faz pós-doutorado no Instituto do Coração (InCor).

Para Adenauer, o que lhe permitiu transitar por universos tão distintos foi a flexibilidade que ganhou com sua formação nas ciências exatas. "Aprendi a lidar com dados de modo organizado, o que é comum a várias áreas do conhecimento."

OPORTUNIDADE

Exploração empreendedora

Pesquisadora aproveita nicho do mercado voltado ao licenciamento ambiental

LÉO RAMOS

A arqueóloga e empresária Solange Caldarelli costuma dizer que tinha uma visão "estritamente acadêmica" nos tempos de pesquisadora. Em 10 anos, ela passou pelo extinto Instituto de Pré-história da Universidade de São Paulo (USP), ligado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, e pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, nos quais se ocupava da pesquisa básica em arqueologia. Em 1988, ela rompeu com a vida acadêmica para se dedicar ao então incipiente mercado da arqueologia aplicada ao licenciamento ambiental. "Apaixonei-me por este ramo da arqueologia", conta Solange. Em pouco tempo, ela fundou a Scientia Consultoria, da qual é diretora há quase 25 anos. A empresa conta atualmente com 200 funcionários em todo o país e clientes dos setores de logística, mineração, construção civil e energia elétrica.

Assim como a arqueologia praticada na universidade, a arqueologia empresarial – ou de contrato, como também é conhecida – busca evidências do passado. Mas sua finalidade é avaliar os impactos que os empreendimentos podem ocasionar sobre materiais do passado e indicar as medidas para evitá-los. "Este trabalho faz parte do licenciamento ambiental, necessário para que uma obra tenha início", explica Solange Caldarelli. Graças à via empresarial, ela e sua equipe tiveram a oportunidade de pesquisar mais de 100 sítios arqueológicos identificados onde hoje está sendo construída a usina hidrelétrica de Belo Monte, no Pará. Este exemplo ilustra o bom momento da arqueologia empresarial no país, impulsionada por grandes obras de infraestrutura. "Hoje o arqueólogo que quiser atuar no campo do licenciamento ambiental precisa saber que irá trabalhar em um ambiente multifacetado, tendo que lidar com questões do direito ambiental e da biologia, por exemplo", diz Solange.

Para os interessados em seguir nessa área, Solange recomenda que o arqueólogo procure estágios em empresas especializadas. "A universidade fornece condições suficientes para quem quer seguir a carreira acadêmica em arqueologia, mas não prepara o profissional para atuar no licenciamento ambiental." Por essas razões, sua transição da universidade para o mercado da arqueologia resultou de esforço pessoal em buscar referências que, na época, estavam no exterior. "Tive que traçar os caminhos da minha formação. Fiz cursos no exterior e busquei interagir com as pessoas certas, que hoje são consideradas pioneiras da avaliação ambiental no país", diz Solange.

Equipamentos para Ensino e Plantas Piloto tem nome! armfield

- Termodinâmica
- Hidráulica
- Hidrologia
- Mecânica dos Fluidos
- Operações Unitárias
- Outros

Novo sistema revolucionário de ensino

Uma nova abordagem pioneira no ensino da engenharia estrutural. Uma fusão de software inovador, hardware único e do livro didático oficial fornecer uma base sólida sobre a **compreensão do comportamento estrutural**

(UNDERSTANDING STRUCTURAL BEHAVIOR - USB)

Job 1581

REPRESENTANTE EXCLUSIVO

Além Mar Comercial e Industrial S.A.
Av. Senador Queirós, 96 - 5° andar - Centro - 001026-000
S. Paulo/SP - Brasil - Fone: + 55 11 3229-8344
comercial@alemmar.com.br - www.alemmar.com.br

ALEMMAR

LAB TRADE do Brasil
Soluções Inteligentes

qPCR Line Gene 9600
O PCR Tempo Real da Labtrade

Não requer calibrações periódicas
Software completo e de licença livre
Usa reagentes de qualquer fabricante
Não exige o uso de plásticos ópticos

Acesse: www.labtrade.com.br e www.lgcbio.com.br

CBMO
CentroBrasileirodeMicroscopiaOptica

Aprenda com um Especialista!

Conteúdo único no mercado

Você conhece BEM como utilizar um microscópio?

Conheça a PALESTRA que irá te surpreender.

Utilização e Conservação de Lupas e Microscópios

11 2084-8339

www.cbmo.com.br

NEW!

Silenciamento gênico
em culturas celulares em matriz 3D!

Transfecção 3D: uma nova perspectiva para suas células! A matriz 3d não adiciona somente a terceira dimensão para o ambiente celular, ela também produz diferenças significativas em suas características e comportamento.

si3D-Fect™ & si3D-FectIN™ foram especificamente desenvolvidos para o silenciamento gênico em scaffolds 3D e Hydrogels 3D.

- Alta eficiência para silenciamento gênico em matriz 3D
- Dedicado para sequencias curtas de ácidos nucleicos (siRNA, miRNA...)
- Totalmente biodegradável
- Universal (células primárias e linhagem celulares)
- Simples, rápido e pronto para uso
- Compatível com soro
- Silenciamento gênico por longo prazo

Fabricante:

OZ BIOSCIENCES
The art of delivery systems

Genese
o ponto de partida dos seus resultados

www.gendiag.com.br - Tel. 55 11 3341 6987

BIOGEN

abcam®
discover more

SimpleStep™

Conheça os kits ELISA Abcam
Única etapa

Misture, lave e leia. É muito fácil.
Menor tempo de reação.

Site: www.biogenbr.com.br
Contato: 55 11 3819-3191 | 55 11 3035-3500
E-mail: biogen@biogenbr.com.br

CIÊNCIA EM TEMPO REAL

O CONTEÚDO DE PESQUISA FAPESP NÃO TERMINA AQUI.

Na edição **on-line** você encontrará vídeos, podcasts e mais notícias. Afinal, o conhecimento não espera o começo do mês para avançar.

Acompanhe também: **@ PesquisaFapesp** no **twitter** e a nossa página no **facebook.**

Visite **www.revistapesquisa.fapesp.br** e se cadastre para receber o **boletim.**

twitter facebook

LÍDER EM MANIPULAÇÃO DE LÍQUIDOS AGORA NO BRASIL

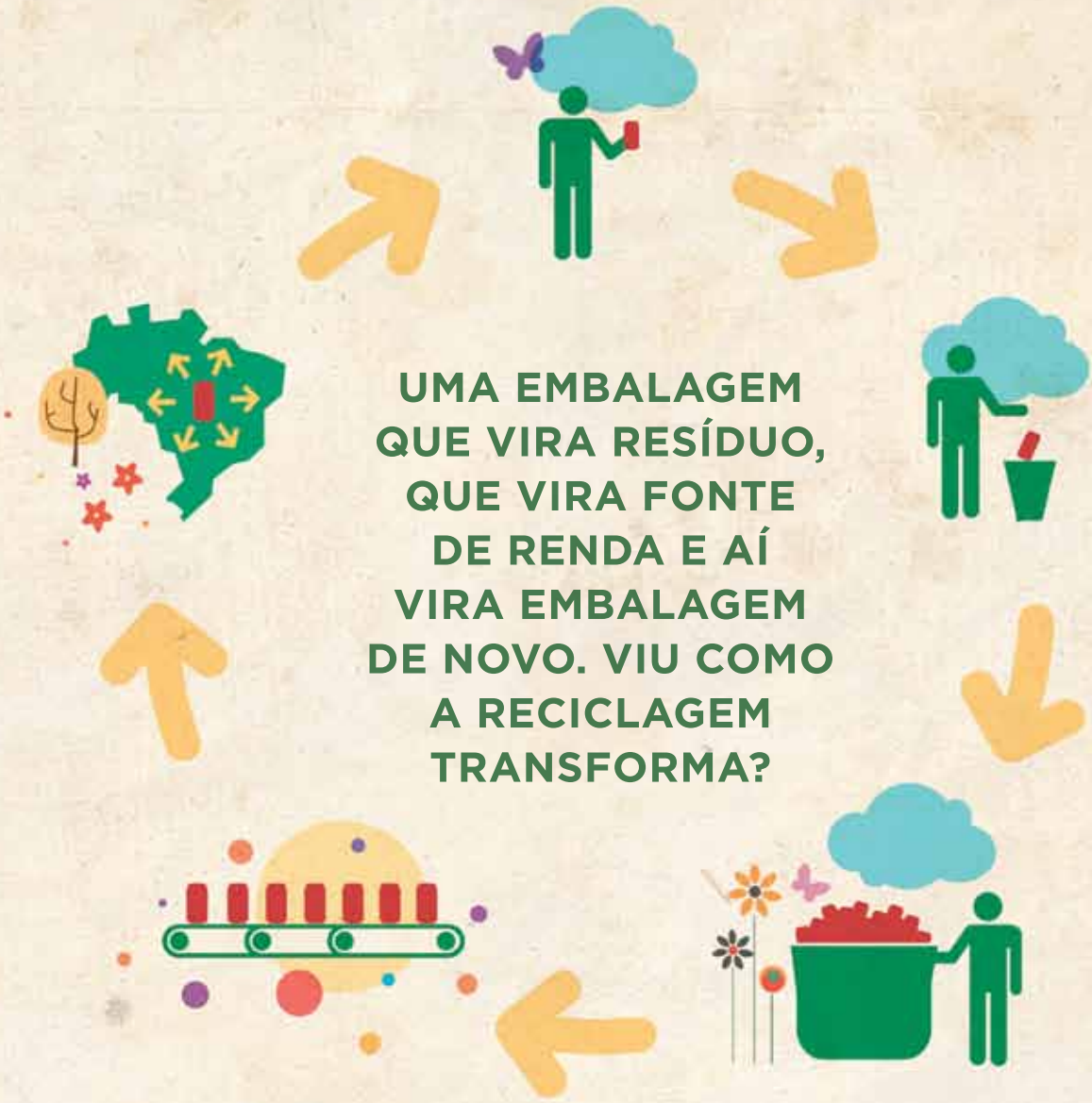
Microlab STAR
A mais avançada plataforma de pipetagem

- Tecnologia de pipetagem por deslocamento de ar
- Plataformas modulares
- Disponibilidade de integração customizada
- Qualidade em serviço e suporte técnico

HAMILTON

Contate **119 5914 5000**
www.HamiltonRobotics.com | joseluis.avanzo@hamiltoncompany.com

DPZ



UMA EMBALAGEM QUE VIRA RESÍDUO, QUE VIRA FONTE DE RENDA E AÍ VIRA EMBALAGEM DE NOVO. VIU COMO A RECICLAGEM TRANSFORMA?

A reciclagem tem o poder de transformar muito mais do que embalagens. Ela transforma vidas. É por isso que a Coca-Cola Brasil acredita e investe tanto, apoiando mais de 300 cooperativas espalhadas por 24 estados. E o ciclo positivo não para aí: além de gerar renda, embalagens sustentáveis como a Bottle-to-Bottle, a PlantBottle e a nova Crystal Eco estão fazendo uma enorme diferença para o meio ambiente. Para conhecer mais, acesse: cocacolabrasil.com.br

Coca-Cola Brasil

O Sistema Coca-Cola Brasil conta com 13 fabricantes brasileiros, 47 fábricas com mais de 150 produtos no seu portfólio e emprega direta e indiretamente 660 mil pessoas. Além disso, reciclamos 98% das nossas latas de alumínio e 56% das garrafas PET.