

Pesquisa

FAPESP

FEVEREIRO DE 2020 | ANO 21, N. 288

editando o

Técnicas de alteração
gênica são aplicadas
em terapias experimentais



Indígenas
Tupiniquim
sofreram colapso
populacional,
mas não foram
extintos

No Cerrado,
formigas superam
abelhas como
polinizadoras
de espécie de
sempre-viva

Hábitos
alimentares
ajudam a entender
transformações
econômicas
e culturais

Fintechs usam
recursos
tecnológicos
de forma intensiva
e agitam setor
bancário

Indicador
compara
capacidade
de inovar
dos estados
brasileiros

PODCAST PESQUISA BRASIL EM MAIS PLATAFORMAS

Ficou mais fácil ouvir o programa de rádio da revista Pesquisa Fapesp.
Você também pode assinar, baixar e ouvir nos seguintes aplicativos:



ILUSTRAÇÃO FREEPIK.COM

Rádio USP FM — São Paulo e Ribeirão Preto
Sexta-feira, às 13h

Reapresentação
Sábado, às 18h, quinta-feira, às 2h

Web Rádio Unicamp (rtv.unicamp.br)
Segunda-feira, às 13h

revistapesquisa.fapesp.br/podcasts



Sua pesquisa rende fotos bonitas? Mande para imagempesquisa@fapesp.br
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.



Casa na árvore

Na Amazônia, morcegos do gênero *Mesophylla* podem dormir sob folhas grandes, como as de palmeiras. Elas foram mordiscadas em sua nervura central e assim se dobras e formam abrigos que protegem os pequenos mamíferos alados. “É possível fotografá-los de dia, pertinho do chão”, conta a bióloga Giulliana Appel, que aprendeu sobre eles com o mateiro que a guiava em trabalho de campo.

Imagem enviada por Giulliana Appel, estudante de doutorado no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, dentro do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.

- 3 FOTOLAB
- 6 COMENTÁRIOS
- 7 CARTA DO EDITOR
- 8 NOTAS

CAPA

12 Testes em humanos avaliam segurança de edição de DNA para tratar doenças

19 Para o biólogo Graham Dellaire, uso ético de técnicas depende de consenso científico

20 Achado em código genético modificado de touro altera planos de empresas

25 Heather Lombardi, da FDA, diz que mudanças no genoma podem ser benéficas à sociedade

ENTREVISTA

26 Thelma Krug, vice-presidente do IPCC, fala das negociações sobre políticas ambientais

32 Incêndios na Austrália em 2019 atingem área 2,5 vezes maior que a das queimadas na Amazônia

POLÍTICA C&T

36 Políticas desarticuladas ajudam a explicar o baixo desempenho do país em inovação, aponta auditoria

42 Ranking compara os sistemas de CT&I dos estados brasileiros

46 Bioquímica Eva Zažímalová fala da integração entre ciência e indústria na República Tcheca

CIÊNCIA

48 Formiga é a principal polinizadora de um tipo de sempre-viva do Cerrado mineiro

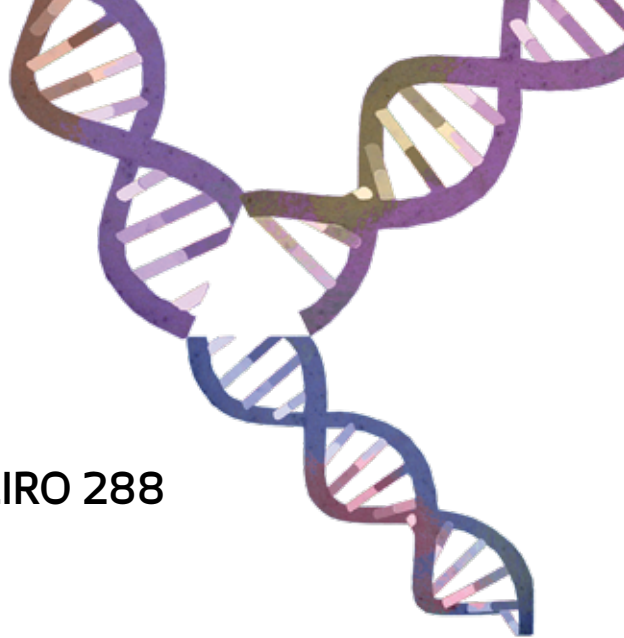
52 Livro reúne 500 desenhos “perdidos” de peixes brasileiros feitos no século XIX

56 Indígenas capixabas são da etnia tupiniquim que encontrou os portugueses no Descobrimento

60 Novo material poderia aumentar a durabilidade das baterias de lítio

Ilustração de capa ZÉ VICENTE





FEVEREIRO 288

TECNOLOGIA

62 Popularização de *fintechs* agita o setor bancário

67 Empresa paulista de nanotecnologia quer internacionalização

71 *Pesquisa FAPESP* cobriu avanços no campo da nanociência

HUMANIDADES

72 Instituto sistematiza conhecimento sobre os Estados Unidos

77 Estudo sobre mecanismos de controles não eleitorais revela caráter inovador da experiência brasileira

80 Hábitos alimentares ajudam a compreender transformações econômicas

84 RESENHA
História econômica e social do estado de São Paulo 1850-1950, de Francisco Vidal Luna e Herbert S. Klein.
Por Dora Isabel Paiva da Costa

85 MEMÓRIA
Cineasta J. B. Duarte realizou cerca de 500 documentários sobre pesquisas médicas

88 OBITUÁRIO
Alba Zaluar (1942-2019)
Antonio Ricardo Droher Rodrigues (1951-2020)

92 BOAS PRÁTICAS
Relatório traz sugestões para evitar que países estrangeiros influenciem rumos da ciência nos Estados Unidos

95 DADOS
Publicações científicas por países

96 CARREIRAS
Período sabático pode se traduzir em benefícios profissionais

Fumaça de incêndios na Austrália captada por satélite (MUDANÇAS CLIMÁTICAS, P. 32)

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Leia no site a edição da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

VÍDEO [YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP](https://www.youtube.com/user/pesquisafapesp)



▶ **Como a Amazônia regula o clima do planeta**

O físico Paulo Artaxo, da USP, fala do papel da Amazônia no clima do Brasil e do mundo

bit.ly/igVAmazonia



▶ **Fios produzem frio ou calor sem usar eletricidade**

Torcer e destorcer fibras de borracha, linhas de pesca ou fios de uma liga de níquel e titânio pode alterar a temperatura do material

bit.ly/igVFrioFio

GALERIA DE FOTOS



Fé pública

Registramos em imagens lugares de culto evangélico, religião cuja população saltou de 26,2 milhões para 42,3 milhões no Brasil entre 2000 e 2010

bit.ly/ig286evangelicos

Conteúdo a que a mensagem se refere:

- Revista impressa
- Reportagem on-line
- Galeria de imagens
- Vídeo
- Rádio


CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br


redacao@fapesp.br

 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 pesquisa_fapesp

 Pesquisa Fapesp

 pesquisafapesp

 cartas@fapesp.br

R. Joaquim Antunes, 727
10º andar
CEP 05415-012
São Paulo, SP

Assinaturas, renovação e mudança de endereço

Envie um e-mail para assinaturaspesquisa@fapesp.br ou ligue para (11) 3087-4237, de segunda a sexta, das 9h às 19h

Para anunciar

Contate: Paula Iliadis
Por e-mail: publicidade@fapesp.br
Por telefone: (11) 3087-4212

Edições anteriores


Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.
Peça pelo e-mail: clair@fapesp.br

Licenciamento de conteúdo

Adquira os direitos de reprodução de textos e imagens de *Pesquisa FAPESP*.
Por e-mail: mpiliadis@fapesp.br
Por telefone: (11) 3087-4212


COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Bullying


 Essa é uma questão em todas as ciências de formação (“Bullying nas escolas de saúde”, edição 287). O sujeito perpassa situações de desprezo, baixa autoconfiança e abusos. Exatas, humanas e biológicas deveriam se conscientizar da necessidade de agir e limitar situações dessa natureza.

Flávio Silva Rezende

Turismo científico


 Fazemos muitas viagens unindo ciência, educação e turismo aqui no Museu Dinâmico Interdisciplinar da Universidade de Maringá (“Saberes de viagem”, edição 287).

Debora Santanae


 Que trabalho importante este. Tomara que ganhe corpo na prática turística.

Olga Sérvulo


Amazônia

 As previsões mais pessimistas, desde a década passada, podem estar se confirmando (“Amazônia, agora, é fonte de CO₂”, edição 287). Isso é um assunto de extrema importância no funcionamento climático da Terra.

Angelo Mendonça

 Realmente muito trágico. Temos que agir. Repensar nosso consumo, que reflete nas ações de quem está derrubando a floresta.


Regina Y. Hashimoto Miura

 Dá uma leve ansiedade ver a importância da floresta e fazer um paralelo com o que está acontecendo.


Vitor Machado




Vídeos

 A mata amazônica produz uma imensa — quantidade de chuvas, que irriga o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil (“Como a Amazônia regula o clima do planeta”). São os chamados “rios voadores”, que transportam mais água que o próprio rio Amazonas. Sem a Amazônia, uma boa parte do Brasil vai se tornar deserta, inclusive o estado de São Paulo. Nossos dirigentes deveriam pensar nisso e proteger a mata, ao invés de apoiar a destruição da maior floresta tropical do mundo.


Gustavo Schmidt

 Sem a Amazônia não tem agronegócio, — não tem emprego, não tem comida na mesa, não tem água na torneira.


Alessandro Nunes

 A importância da Amazônia, inclusive para — o agronegócio, é explicada por um dos maiores especialistas na temática, Paulo Artaxo.

Rômulo Bertuzzi

 Muito boa a descoberta (“Frio por um — fio”). Melhor ainda a aplicabilidade.





Alfredo Augusto Vieira Azevedo

 Excelente projeto (“Sirius, o maior e mais — complexo laboratório brasileiro”). Vamos continuar, apesar da morte do grande pesquisador Ricardo Rodrigues.

Maria Cecilia Mendes Barreto

Sua opinião é bem-vinda. As mensagens poderão ser resumidas por motivo de espaço e clareza.



 42.248 pessoas alcançadas  661 reações  10 comentários  536 compartilhamentos

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, Ignácio Maria Poveda Velasco, João Fernando Gomes de Oliveira, Liedi Legi Bariani Bernucci, Marilza Vieira Cunha Rudge, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Vanderlan da Silva Bolzani

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Carlos Henrique de Brito Cruz

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa
FAPESP

ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL

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

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Carmago, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Carlos Eduardo Negão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fábio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Herman Chaimovich, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Angnes, Luiz Nunes de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Nelson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Pólitica & T.*),

Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*), Maria Guimarães (*Site*), Yuri Vasconcelos (*Editor-assistente*)

REPÓRTERES Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade**REDATORES** Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveirado Prado (*Mídias Sociais*)

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Alexandre Affonso (*Editor de infografia*) Felipe Braz (*Designer digital*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecília Felli (*Assistentes*)

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**RÁDIO** Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Bruno de Pierro, Dora Isabel Paiva da Costa, Eduardo Geraque, Giulliana Appel, Márcio Ferrari, Renato Pedrosa, Sidnei Santos de Oliveira, Suryara Bernardi, Suzel Tunes, Zé Vicente

REVISÃO TÉCNICA Célio Haddad, Luiz Augusto Toledo Machado, Luiz Nunes de Oliveira, Maria Rita Passos Bueno, Sérgio Queiroz, Walter Colli

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

TIRAGEM 29.470 exemplares**IMPRESSÃO** Plural Indústria Gráfica**DISTRIBUIÇÃO** DINAP**GESTÃO ADMINISTRATIVA** FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**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, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DO EDITOR

Interferências no DNA

Nelson Marcolin | EDITOR-CHEFE

A possibilidade de interferir no DNA escolhendo a dedo o que se deseja mudar no organismo humano começa lentamente a se tornar realidade. Há pesquisadores de todo o mundo, inclusive no Brasil, preparando estratégias que poderão se transformar em terapias eficazes para eliminar ou amenizar determinadas doenças (*página 12*). O que se quer é silenciar, alterar ou substituir genes que provocam problemas. No ano passado, pela primeira vez cientistas chineses anunciaram ter desativado um gene para melhorar a condição imunológica de um paciente com câncer e HIV. Os resultados foram apenas parcialmente positivos, mas a experiência indicou que é possível realizar o procedimento, aparentemente sem problemas. Outros testes com seres humanos estão em andamento, principalmente na China e nos Estados Unidos.

A ferramenta usada é a técnica de edição de genes conhecida como CRISPR-Cas9. A ideia é cortar o material genético das células em pontos específicos e alterá-lo. Como sempre ocorre nos momentos de eferescência científica, grupos de pesquisa começaram uma corrida para ver quem conseguiria os melhores – e mais seguros – resultados. Há poucos anos, as primeiras experiências foram bem-sucedidas ao tentar corrigir genes de células, animais de laboratório e até embriões humanos que seriam descartados; agora, começaram os tratamentos experimentais.

Em São Paulo, há grupos de várias universidades utilizando a CRISPR não só para estudar a melhor forma de tratar doenças como também trabalhando para produzir órgãos de animais que possam ser transplantados para pessoas. Nesse caso, a proposta é desativar genes que acionam o sistema de defesa e provocam a rejeição do órgão. Um rim suíno geneticamente

modificado poderia tirar um paciente da fila de transplante, por exemplo.

A CRISPR é a estrela do momento, embora não seja a única ferramenta disponível. Há um caso especialmente curioso, ocorrido nos Estados Unidos, com reflexos no Brasil, indicando que ainda há muito a ser pesquisado e resolvido. Uma empresa de biotecnologia alterou o genoma de um touro para que seus descendentes nascessem sem chifres (mochos). Há demanda pela produção de gado leiteiro mocho por ser mais fácil de manejar, entre outras razões. Os pesquisadores utilizaram a técnica Talen, em que um plasmídeo – molécula de DNA de origem bacteriana – foi usado para alterar o genoma. Esse touro teve dois descendentes mochos. Uma empresa brasileira chegou a iniciar o processo de importação de sêmen de um dos touros geneticamente alterados, até que testes mostraram que o DNA do plasmídeo havia sido incorporado ao genoma do animal, algo imprevisto e altamente indesejável (*página 20*).

As queimadas que ocorrem todos os anos na Austrália são previsíveis e naturais, ao contrário das que castigam a Amazônia. Os níveis anormais dos incêndios que começaram antecipadamente em setembro de 2019 no território australiano, e ainda não foram extintos, são vistos por alguns climatologistas como consequência dos extremos do clima ocasionados provavelmente pelo aquecimento global (*página 32*). Thelma Krug, a matemática brasileira que é uma das três vice-presidentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), avisa que no próximo relatório da entidade é esperado que novos estudos científicos permitam, com grande grau de confiança, atribuir vários eventos extremos à mudança do clima (*página 26*).

NOTAS

A nova Estação Antártica brasileira

Inaugurada em 15 de janeiro, a nova Estação Antártica Comandante Ferraz tem um design moderno e poderá abrigar até 64 pessoas. Dos 17 laboratórios previstos, 14 já estão prontos. Serão usados para pesquisas em biologia molecular, bioquímica e medicina. Os três últimos, destinados a pesquisas em meteorologia, ciências físicas e astronômicas, devem ser concluídos em breve. A nova estação brasileira foi projetada pelo escritório de arquitetura Estúdio 41 e construída pela empresa chinesa Ceiec, a um custo de US\$ 100 milhões pagos pelo Ministério da Defesa. Ela fica no mesmo local da antiga estação: a península de Keller, na ilha Rei George. A nova estação terá 4.500 metros quadrados de área útil, quase o dobro da base anterior, que funcionou de 1984 a 2012, quando foi destruída por um incêndio. Os cientistas que trabalham na

Antártida ou integraram o grupo de 45 pessoas, incluindo autoridades do governo federal e militares, que participaram da inauguração, inquietam-se com as incertezas do financiamento para as pesquisas antárticas. Criado em 1982, o Programa Antártico Brasileiro (Proantar) sofreu nos últimos anos com a redução de verbas. Em 2018, o programa destinou R\$ 18 milhões para serem usados em pesquisas na região até 2022. "Temos recursos para pesquisa garantidos até 2022", afirmou o glaciologista Jefferson Cardia Simões, coordenador-geral do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera, instituição responsável por 60% da pesquisa brasileira na Antártida, a *Pesquisa FAPESP*. O programa necessitaria do aporte anual de cerca de R\$ 6 milhões para se manter estável e produtivo no longo prazo, contou Simões à revista *Science*.

Instalações da Estação Comandante Ferraz, na ilha Rei George



A jugular saliente de um Davi tenso

Ao visitar a galeria da Academia de Belas Artes de Florença, na Itália, o médico intensivista Daniel Gelfman, da Universidade Marian, Estados Unidos, observou um detalhe na monumental escultura de Davi no qual poucos reparam: a veia jugular externa saltada no lado direito do pescoço (*JAMA Cardiology*, 26 de dezembro de 2019). Essa veia saliente sob a pele é hoje interpretada como um sinal de pressão arterial elevada ou de funcionamento deficiente do coração, mas Gelfman supôs que a intenção do autor da escultura, o italiano Michelangelo Buonarroti (1475-1564), não teria sido a de mostrar Davi como um cardiopata. De volta à universidade, o médico consultou livros e conversou com colegas em busca de explicação. Como o escultor tinha conhecimento de anatomia, a veia saltada não deveria ter sido feita por acaso. Em 1504, quando Michelangelo esculpiu Davi, o sistema circulatório ainda era pouco conhecido – seu funcionamento seria desvendado mais tarde, com a descrição da circulação sanguínea em 1628 pelo inglês William Harvey (1578-1657) e a identificação das conexões entre grandes e pequenos vasos em 1661 pelo anatomista italiano Marcello Malpighi (1628-1694).



Veia dilatada seria sinal de tensão

Gelfman aprofundou seus conhecimentos em arte e concluiu que Michelangelo certamente notou a jugular proeminente em pessoas saudáveis em estado de tensão. Desse modo, a veia devia estar saltada porque Davi estava em uma situação que exigia muita adrenalina, antes de enfrentar o gigante Golias. A veia jugular externa aparece saltada também em outra escultura de Michelangelo: Moisés, em pose também sob tensão.

A maratona e o coração

A preparação física para correr uma maratona pela primeira vez pode contribuir para diminuir a pressão sanguínea e o enrijecimento da válvula aórtica, responsável por liberar o fluxo de sangue para a principal artéria do corpo. Os benefícios corresponderiam a um rejuvenescimento de até 4 anos na saúde cardiovascular, segundo estudo coordenado por Charlotte Manisty, da University College London. É comum que as paredes das artérias fiquem mais espessas e rígidas com a idade, o que faz o coração trabalhar mais para bombear o sangue e aumenta o risco de doenças cardiovasculares e renais. No estudo, foram avaliados 138 corredores iniciantes que participaram da maratona de Londres em 2016 e 2017. Eles tinham em média 37 anos, eram saudáveis e sem doença cardíaca. Corriam de 10 a 15 quilômetros por semana na preparação. Os pesquisadores examinaram os participantes antes da fase de treinos e após a competição. O treinamento ajudou a diminuir a pressão e a reverter o enrijecimento da válvula aórtica (*Journal of the American College of Cardiology*, 2 de janeiro). Os mais velhos e os que faziam o percurso mais devagar tiveram as mudanças mais significativas.

Os órfãos da ditadura romena

Crianças submetidas a privação de alimentos e de contato social nos primeiros anos de vida chegam à idade adulta com cérebro menor que o normal. A conclusão é de um estudo que analisou imagens de ressonância magnética de dois grupos de jovens adultos que haviam sido adotados ainda criança por famílias do Reino Unido. Os integrantes do primeiro grupo haviam passado um período em orfanatos britânicos e os do segundo um tempo equivalente em uma instituição da Romênia durante o regime do ditador Nicolae Ceaușescu (1918-1989). Por anos as políticas opressivas de Ceaușescu incentivaram os casais a terem filhos e proibiram o aborto e o uso de contraceptivos. Como resultado, muitas crianças foram abandonadas em orfanatos, onde sofriam maus-tratos, passavam fome e tinham pouco contato social. O psicólogo Edmund Sonuga-Barke e colaboradores no King's College de Londres analisaram o cérebro de 67 indivíduos com 23 a 28 anos de idade, que, quando criança, viveram de 3 a 41 meses em orfanatos romenos. Em seguida, compararam com o de 21 nascidos no Reino Unido e adotados antes dos 6 meses de vida. O cérebro dos romenos era, em média, 8,6% menor (*PNAS*, 6 de janeiro). Quanto mais tempo os romenos ficaram no orfanato, menor o volume de certas áreas cerebrais, mesmo que depois tenham sido adotados por famílias que os tratavam bem. Para os pesquisadores, a noção de que o cérebro se recupera de lesões ou experiências traumáticas pode não ser totalmente verdadeira.



Cuidadora e bebê em orfanato romeno em 1989



Papagaio-cinzeno, capaz de auxiliar outro da mesma espécie a obter alimento

Cooperação entre papagaios

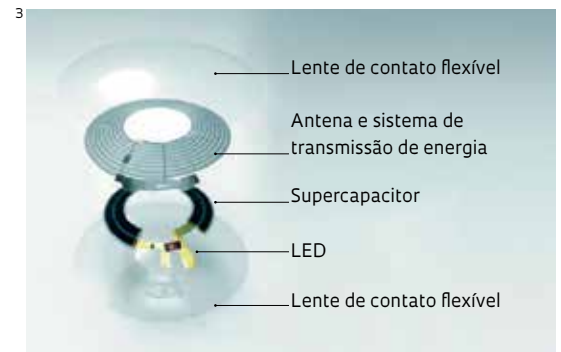
Biólogos descobriram uma possível evidência de um tipo de cooperação entre aves que só havia sido observada em mamíferos. Em laboratório, papagaios-cinzentos (*Psittacus erithacus*) ajudaram voluntariamente outros indivíduos da espécie a obter comida, mesmo quando não recebiam recompensa (*Current Biology*, 9 de janeiro). Em um teste com 14 aves da espécie, biólogos do Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Zurique, na Suíça, e do Instituto de Ornitologia Max Planck, na Alemanha, colocaram dois papagaios por vez em um recinto separado por uma parede transparente com um orifício. Um papagaio recebia fichas de metal em um dos lados e, ao ver que sua ajuda era necessária para obter comida, as passava pelo orifício para o outro papagaio, inicialmente sem acesso às fichas. Quando este as recebia, trocava por sementes com o pesquisador. No teste, a transferência de fichas ajudava apenas uma ave a obter o lanche. O primeiro papagaio auxiliava o segundo, sem esperar retribuição. Em um segundo teste, havia dois tipos de fichas: uma que beneficiava só uma ave e outra que garantia petisco para ambas. Em pouco tempo, os papagaios passaram a escolher as que favoreciam também o vizinho. O experimento foi repetido com maracanãs-de-cabeça-azul (*Primolius couloni*), que não ajudaram os parceiros a obter alimento.

O queixo peculiar dos Habsburgo

Os sucessivos casamentos entre parentes próximos podem ter sido a causa genética do queixo mais pronunciado do que o normal apresentado pelos integrantes da estirpe imperial dos Habsburgo, que reinou na Europa do século XIII ao XX (*Annals of Human Biology*, 2 de dezembro de 2019). Como não havia como coletar sangue ou tecidos para análises genéticas dos nobres dessa família que viveram séculos atrás, pesquisadores de universidades da Espanha e da África do Sul examinaram 66 retratos de reis e rainhas da dinastia Habsburgo preservados principalmente no Museu do Prado, em Madri, Espanha, e no Museu de História da Arte, em Viena, Áustria. O propósito era verificar se havia uma relação de causa e efeito entre a deformidade facial – que incluía o lábio inferior ligeiramente virado para fora e o nariz com a ponta saliente, comum entre os integrantes dessa família – e os casamentos consanguíneos. Dez cirurgiões bucomaxilofacial examinaram as imagens independentemente e identificaram 18 casos de deformidade facial de origem genética: 15 apresentavam deficiência maxilar, crescimento reduzido do maxilar superior e ossos próximos; e 3 de prognatismo, aumento exagerado do maxilar inferior. De acordo com a análise, a deformidade era mais intensa quando mais elevado o grau de parentesco entre os pais do indivíduo, confirmando a possível origem genética do problema.



A imperatriz Isabel de Portugal (1503-1539) e os reis Felipe II de Espanha (1503-1539) e Carlos II de Espanha (1661-1700), integrantes da dinastia com defeitos na face



Lentes de contato para monitorar a saúde

Pesquisadores da Coreia do Sul deram um passo importante para a criação de uma lente de contato capaz de medir alguns parâmetros de saúde, como o nível de açúcar no sangue. Usando uma mistura de moléculas de carbono, polímeros e solvente, a equipe coordenada por Jang-Ung Park, do Instituto Tecnológico de Nanociência e do Centro de Nanomedicina, ambos em Seul, produziu uma tinta especial que permite imprimir circuitos eletrônicos em escala micrométrica nas bordas das lentes de contato, de modo a não bloquear a visão do usuário. Sobre esses circuitos eletrônicos, eles instalaram um conjunto de nanofibras de prata com 400 nanômetros de diâmetro (*Science Advances*, 6 de dezembro de 2019). As nanofibras funcionaram como antenas, permitindo que a lente possa ser carregada sem fios. A nova lente foi testada em animais e em um voluntário humano.

Da feira de ciências ao *paper*

Uma revista criada há dois anos pelo Hospital Infantil do Leste de Ontário, no Canadá, já publicou mais de 50 artigos científicos escritos por autores com menos de 18 anos. Os artigos narram os resultados de trabalhos vencedores em feiras de ciências, como a produção de bioplásticos ou de fertilizantes amigáveis ao ambiente. “Queremos dar aos alunos a chance de desenvolver suas habilidades precocemente para se tornarem bons cientistas”, disse à revista *Nature Index* a socióloga Rhiannon Ng, uma das editoras da publicação, intitulada *Canadian Science Fair Journal*. A ideia é fazer com que os alunos desenvolvam habilidades de escrita de modo a ajudá-los na transição entre o ensino médio e o ensino superior. A plataforma da revista também oferece um manual de escrita científica para estudantes e material didático sobre temas diversos para ser usado em sala de aula por professores dos ensinos fundamental e médio. A submissão de trabalhos, por ora, é restrita a estudantes canadenses. A revisão por pares funciona como uma espécie de mentoria. Os trabalhos submetidos são analisados por estudantes de graduação ou pós-graduação familiarizados com o tema abordado. O autor e o editor trabalham de forma colaborativa até que o artigo fique pronto para publicação. Vários *papers* são inspirados em experiências pessoais dos autores. Um deles tratava do uso de sobreposições coloridas em textos para ajudar estudantes com dislexia a ler — a coordenadora desse projeto, Kalie Bennett, é disléxica.

Um relógio molecular da longevidade

O peixe *Eviota sigillata*, do oceano Pacífico, vive apenas oito semanas, enquanto o tubarão-da-groenlândia (*Somniosus microcephalus*) alcança os 400 anos. Tamaña variação de longevidade também ocorre em outros grupos de vertebrados, como os mamíferos. O pequeno roedor africano musaranho-da-floresta (*Myosorex varius*) não vive muito além dos 2 anos, ao passo que baleias-da-groenlândia (*Balaena mysticeta*) passam dos 200 anos. Há tempos os biólogos suspeitam que a longevidade seja determinada por características genéticas, embora ainda não se tenha identificado as variações gênicas que expliquem por que certas espécies vivem mais que outras. Benjamin Mayne, do Centro de Pesquisa Marinha do Oceano Índico, na Austrália, e seus colaboradores analisaram o genoma de 252 espécies de animais e pro-

puseram que uma característica genética observada agora sirva de relógio molecular da longevidade. Os pesquisadores verificaram que o número de repetições de duplas das bases nitrogenadas citosina (C) e guanina (G) em 42 genes estava diretamente relacionado ao tempo de vida das espécies: quanto maior a sequência de repetições, maior a longevidade (*Scientific Reports*, 12 de dezembro de 2019). A estratégia pode ser útil para conhecer a duração da vida de espécies extintas ou que vivem mais que os seres humanos. Usando a técnica, os pesquisadores estimaram em 60 anos a longevidade média do mamute-lanoso (*Mammuthus primigenius*) e do elefante-de-presas-retas (*Palaeoloxodon antiquus*), ambos extintos, e 38 anos a de seres humanos primitivos, como os neandertais e os denisovanos.

Uma das espécies estudadas, o elefante africano vive, em média, 60 anos



CAPA

A TESOURA DOS GENES





Testes em seres humanos avaliam segurança de técnica que corta e edita o DNA para tratar doenças

Ricardo Zorzetto

Considerada revolucionária, a técnica de edição de genes conhecida pela sigla CRISPR-Cas9 começa a tornar mais próxima da realidade a alteração ou substituição de genes para tratar ou evitar doenças. O resultado de seu primeiro uso em seres humanos foi descrito em setembro de 2019 em um artigo na revista *New England Journal of Medicine*. No trabalho, o imunologista Deng Hongkui e sua equipe na Universidade de Pequim, na China, relataram um teste pioneiro com um homem de 27 anos que tinha leucemia, câncer causado pela proliferação de células de defesa imaturas, e era portador de HIV, o vírus da Aids. Após controlar as enfermidades com medicamentos, em 2017, os pesquisadores submeteram o paciente a um tratamento inovador. Tanto a leucemia como a infecção por HIV afetam as mesmas células de defesa, os linfócitos, que atacam organismos invasores e células doentes. Como a solução envolvia restaurar a produção de linfócitos saudáveis, os médicos decidiram combater os dois problemas com um transplante especial. Retiraram células da medula óssea de um doador e, antes de transferi-las para o paciente, utilizaram a CRISPR para desativar o gene contendo a receita de uma proteína usada pelo HIV para invadir os linfócitos. Assim, esperavam res-

tabelecer a produção de células de defesa saudáveis e imunes ao vírus, como ocorreu em 2008 com Timothy Ray Brown, o chamado paciente de Berlim, após receber a medula de um doador que naturalmente não produzia a proteína.

O sucesso foi parcial. Os pesquisadores transplantaram uma mistura de células editadas e não editadas (não foi possível fazer a modificação em todas). Um ano e meio mais tarde, a leucemia permanecia em remissão e a nova medula continuava a produzir linfócitos saudáveis, embora só 5% deles apresentassem a alteração protetora. “O teste foi idealizado para avaliar a segurança e a viabilidade do transplante”, afirmou Deng por e-mail a *Pesquisa FAPESP*. A experiência funcionou como prova de princípio e indicou que é possível realizar o procedimento, aparentemente sem danos. Antes de avaliar a eficácia da estratégia para debelar a infecção por HIV, porém, será preciso aumentar a eficiência da edição e aprimorar o protocolo de transplante – o ideal é que todos os linfócitos se tornem imunes ao vírus. “Decidimos melhorar a técnica antes de tratar outros pacientes”, contou o imunologista.

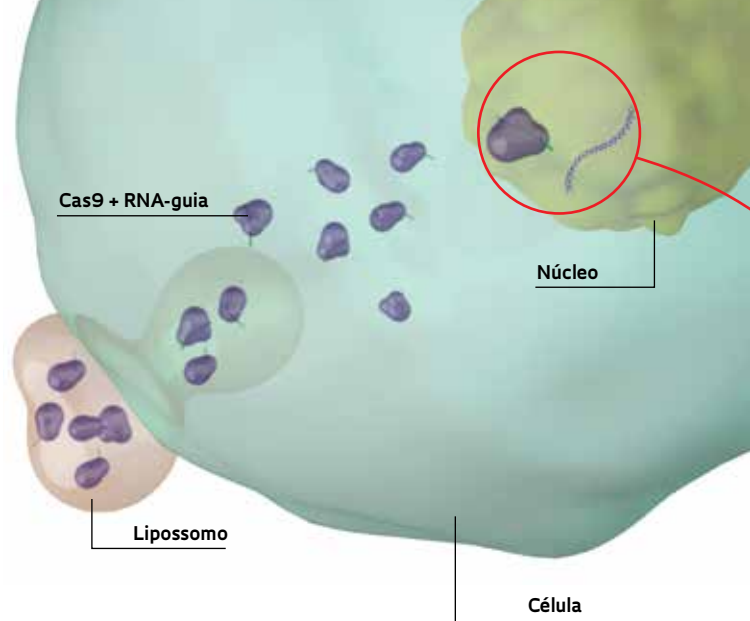
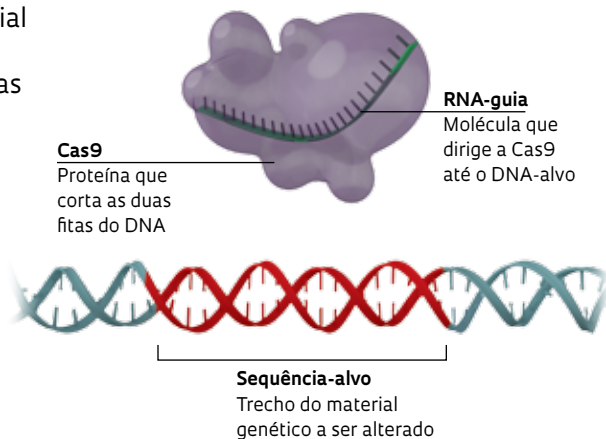
A CRISPR não é a primeira nem a única forma de modificar ou inativar genes testada em seres humanos. A ideia de que era possível cortar o material genético das células em pontos espe-

CRISPR EM AÇÃO

Ferramenta molecular reconhece e corta região específica do material genético das células

A CRISPR-Cas9

O sistema CRISPR-Cas9 é formado por uma molécula de RNA acoplada a uma proteína Cas, que funciona como tesoura molecular



Transporte

Em laboratório, os pesquisadores desenham uma molécula de RNA capaz de reconhecer apenas o trecho do DNA a ser modificado. O RNA e a proteína Cas são introduzidos na célula por um sistema de transporte, que pode ser um vírus ou vesículas de gordura (lipossomo), e migram até o núcleo, onde está o material genético (DNA)

cíficos e alterá-lo – inserindo um gene novo ou desativando outro com ação indesejada – nasceu com a descoberta de um sistema de defesa de bactérias. Nos anos 1960, os pesquisadores norte-americanos Hamilton Smith e Daniel Nathans (1928-1999) e o suíço Werner Arber identificaram nesses organismos proteínas chamadas nucleases, que funcionam como tesouras moleculares e cortam em pontos específicos o material genético (DNA) de vírus invasores. A descoberta rendeu ao trio o Nobel de Medicina de 1978 e levou ao desenvolvimento de estratégias para modificar o DNA das células.

Duas técnicas propostas nos anos 1990 e 2000 se aproveitavam desse princípio: a edição com nucleases dedo de zinco (*zinc finger nucleases*, ou ZFN) e a com nucleases efetoras do tipo ativador de transcrição (*transcription activator-like effector nucleases*, a Talen). Ambas usam uma proteína artificial, formada da junção de duas outras: uma que reconhece o trecho do material genético e outra que o corta. Elas funcionam de modo preciso e estão sendo avaliadas em animais e seres humanos – há uma dúzia de ensaios clínicos com a ZFN e metade disso com a Talen (*ver reportagem na página 20*). Existe, porém, um entrave. Proteínas são moléculas grandes, complexas e difíceis de se produzir em laboratório. Outra complicação é que é preciso desenhar uma nova proteína para cada trecho-alvo do DNA.

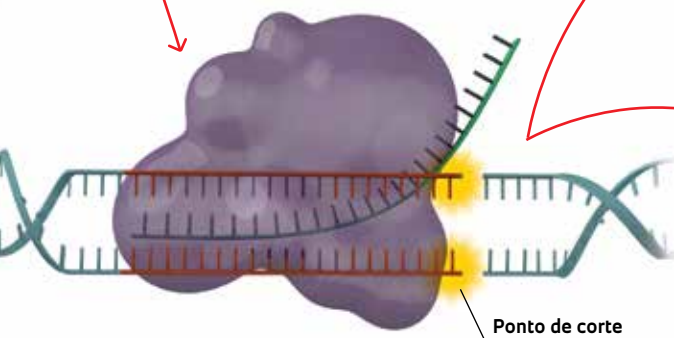
Aí a CRISPR leva vantagem. Ela também usa uma molécula híbrida, mas formada por uma proteína (a Cas) e um RNA, que é bem menor e mais simples de ser desenhado em laboratório (*ver infográfico acima*). Em 2012, a bioquímica norte-americana Jennifer Doudna, da Universidade da Califórnia em Berkeley, Estados Unidos, e a geneticista francesa Emmanuelle Charpentier, hoje no Instituto Max Planck, Alemanha, criaram uma versão simplificada do sistema CRISPR-Cas e mostraram que funcionava em testes com DNA. No ano seguinte, o bioquímico sino-americano Feng Zhang, do Instituto Broad, nos Estados Unidos, usou a estratégia para manipular o DNA de células humanas. Publicados na revista *Science*, esses resultados dispararam uma corrida mundial para dominar a técnica – e uma disputa por direitos de propriedade intelectual entre Berkeley e o Broad (*ver Pesquisa FAPESP nº 269*).

“Produzir sequências curtas de RNA em laboratório é banal e barato, o que torna a CRISPR mais versátil e acessível do que qualquer outra técnica de edição gênica”, afirma o geneticista Carlos Menck, da Universidade de São Paulo (USP). Em parceria com a pesquisadora Clarissa Rocha, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), ele usa a CRISPR para identificar genes que tornam as células tumorais resistentes aos medicamentos.

Por causa da facilidade e da versatilidade, em pouco tempo pesquisadores no mundo todo passaram a testar a CRISPR em plantas e animais com os mais variados objetivos, de aprimorar a pro-

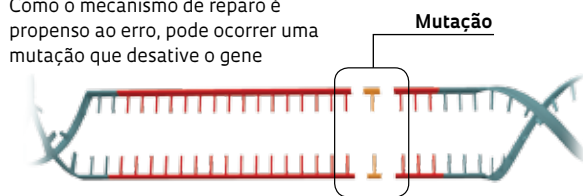
Localização e corte

No núcleo, quando o RNA-guia identifica o trecho-alvo do material genético, a Cas9 desenrola a molécula de DNA e faz um corte em um ponto específico de cada fita. Dois efeitos podem ocorrer: a inativação **a** ou a correção **b** do gene

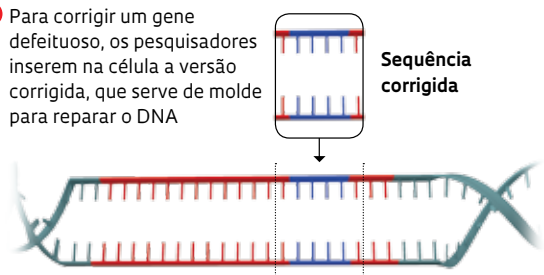


Efeitos

a A maquinaria de reparo celular remenda o corte copiando o mesmo trecho de outra molécula de DNA (nas células o DNA está duplicado). Como o mecanismo de reparo é propenso ao erro, pode ocorrer uma mutação que desative o gene



b Para corrigir um gene defeituoso, os pesquisadores inserem na célula a versão corrigida, que serve de molde para reparar o DNA



dução de alimentos a criar modelos para estudar doenças humanas. Camundongos, ratos, coelhos, porcos, cães e macacos já foram alterados geneticamente com a CRISPR, muitos de modo pioneiro por pesquisadores na China. Menos de cinco anos após a publicação dos artigos na *Science*, surgiram trabalhos mostrando ser possível corrigir genes defeituosos em embriões humanos e começaram os tratamentos experimentais em pessoas.

TESTES EM HUMANOS

Além do caso tratado na China, o primeiro teste em seres humanos com dados apresentados em uma publicação científica, outros cinco foram relatados mais recentemente. No início de novembro passado, a equipe do médico Edward Stadtmauer, da Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos, apresentou dados iniciais do uso de células de defesa que, por meio da CRISPR, haviam recebido um gene que as direcionava para atacar dois tipos de tumores (mieloma múltiplo e sarcoma) ao mesmo tempo que haviam sido desativados outros que freiam a ação dessas células. Seis meses após o tratamento, os pacientes não haviam apresentado efeitos colaterais graves. Uma mulher com mieloma havia melhorado e o sarcoma do segundo paciente tinha parado de avançar. Do terceiro, não havia resultados, relataram os pesquisadores no encontro anual da Sociedade Americana de Hematologia de 2019.

Também em novembro, a empresa farmacêutica norte-americana Vertex Pharmaceuticals e

a suíça CRISPR Therapeutics anunciaram o sucesso inicial do uso da CRISPR para tratar uma paciente com talassemia-beta e outra com anemia falciforme, doenças genéticas que levam à produção de uma forma alterada de hemoglobina, a proteína que transporta oxigênio no sangue. Elas integram ensaios clínicos nos quais 45 participantes devem receber células de sua própria medula editadas para tratar a doença. Meses após o tratamento, a paciente com talassemia-beta não precisava mais de transfusões sanguíneas e a mulher com anemia falciforme deixou de apresentar lesões em órgãos provocadas pelo bloqueio dos vasos sanguíneos, consequência da agregação das hemácias deformadas. “Esses dados reforçam nossa crença de que essas terapias poderão proporcionar um benefício significativo para os pacientes após uma única intervenção”, afirmou à época Samarth Kulkarni, presidente da CRISPR Therapeutics, em um comunicado à imprensa.

Nesse tratamento, os pesquisadores usaram a CRISPR para introduzir um defeito no gene BLC11A e desligá-lo. Desse modo, reativaram a produção de hemoglobina fetal, sintetizada na vida intrauterina. Mesmo em quantidade moderada, a hemoglobina fetal reduz o efeito deletério da hemoglobina defeituosa. No Brasil, a equipe do hematologista Fernando Costa, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), tenta reproduzir esse tratamento com uma alteração. Em vez de induzir mutações desconhecidas no BLC11A, como as empresas, ele e a bióloga Priscila Mar-

tin optaram por usar alteração identificada nos anos 1980 na população brasileira. Essa mutação eleva a produção de hemoglobina fetal na vida adulta, sem afetar outros genes. Costa e Martin já introduziram a alteração em linhagem de células humanas, que passaram a produzir hemoglobina fetal em maior quantidade. O grupo agora repete o procedimento em camundongos com anemia falciforme. “Se a quantidade de hemoglobina fetal alcançar níveis próximos a 25% do total de hemoglobina, é possível que deixem de ocorrer lesões por obstrução dos vasos”, relata Costa.

Até o início deste ano, 16 ensaios clínicos se encontravam em andamento – entre eles os dois da Vertex e da CRISPR Therapeutics. São testes iniciais, destinados a avaliar a segurança e, até certo ponto, a eficiência da edição gênica com a CRISPR. A maior parte deles (11) usa a técnica para alterar o funcionamento das células de defesa e liberá-las para atacar diferentes tipos de câncer (linfoma, leucemia, esôfago, estômago e pulmão). Os demais tentam amenizar ou corrigir prejuízos causados por doenças hereditárias decorrentes de defeito em um gene, como a talassemia-beta e a anemia falciforme.

Dez testes estão em curso em hospitais e institutos de pesquisa da China e cinco em instituições norte-americanas. Esse número sinaliza um avanço na capacidade do gigante asiático de fazer ciência na área biotecnológica e médica e já levou especialistas a dizer, talvez com exagero,

que a disputa entre americanos e chineses seria semelhante à travada entre Estados Unidos e União Soviética na Guerra Fria. De 2013 para cá, as publicações sobre a CRISPR aumentaram 100 vezes. O Pubmed, a maior base mundial de artigos e livros da área médica, registrava 29 artigos sobre CRISPR-Cas9 em 2013 e 3.221 em 2019. Dos 9,7 mil trabalhos publicados entre 2013 e 2019, 27% têm um autor da China e 29% ao menos um dos Estados Unidos.

Apesar do crescimento das pesquisas, é cedo para saber se a técnica funcionará em seres humanos. Por ora, só se conhecem dados preliminares de cinco dos seis casos noticiados. O único teste com pessoas já concluído envolveu 16 participantes com câncer de esôfago e foi feito no Hospital de Câncer de Hangzhou, na China. Os resultados, no entanto, não foram divulgados. Mesmo assim, há quem diga que a CRISPR deve tornar a terapia gênica uma realidade em poucos anos.

“A CRISPR já está sendo usada para tratar doenças em seres humanos. Esse não é um cenário hipotético”, afirma o biólogo molecular Graham Dellaire, da Universidade Dalhousie, no Canadá, que estuda mecanismos de combate às células tumorais e a CRISPR. Nos últimos anos, ele e colaboradores escreveram comentários sobre questões éticas ligadas à edição gênica, mais prementes desde que o biofísico chinês He Jiankui declarou, em novembro de 2018, ter criado os primeiros bebês editados pela CRISPR (ver página 19). Em dezembro de 2019, He foi condenado a três anos de prisão por prática médica ilegal.

A CONSTRUÇÃO DE UMA FERRAMENTA

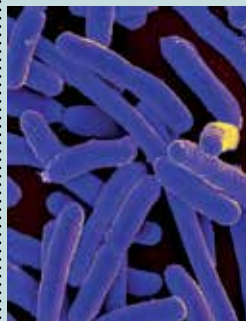
Em menos de 30 anos, sistema de defesa de bactérias será adaptado para manipular genes humanos

1987

Yoshizumi Ishino e outros pesquisadores da Universidade de Osaka, Japão, identificam no genoma de bactérias

Escherichia coli

sequências de DNA repetidas, hoje chamadas de CRISPR, sigla de repetições palindrômicas curtas agrupadas e regularmente interespaçadas



1993

Francisco Mojica

e colaboradores da Universidade de Alicante, Espanha, encontram sequências CRISPR no genoma da arqueia *Haloferax mediterranei*. Sequências CRISPR são depois achadas no genoma de outras bactérias e arqueias, sugerindo que tivessem um papel evolutivo

2002

Na Universidade de Utrecht, Holanda, Ruud Jansen e equipe identificam genes adjacentes às sequências CRISPR, os Cas (Crispr associated). Esses genes codificam proteínas que atuam com a CRISPR

2005

Quase simultaneamente, as equipes de Mojica, na Espanha, de Christine Pourcel, na Universidade de Paris, e de Alexander Bolotin, do Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica, ambos na França, percebem que trechos de DNA entre

as sequências CRISPR são semelhantes aos de vírus que atacam bactérias. É uma indicação de que a CRISPR seria um sistema de defesa contra vírus. Na bactéria *Streptococcus thermophilus*, Bolotin identifica o gene Cas9, que codifica uma proteína que corta as duas fitas do DNA em um trecho específico

2007

Philippe Horvath e outros pesquisadores da indústria de alimentos Danisco demonstram que a CRISPR é parte do sistema de defesa das bactérias. Ela integra o material genético dos

PRIMEIROS PASSOS

No Brasil, grupos na área da saúde já testam a CRISPR com diferentes fins, do tratamento de câncer ao combate de parasitas como *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas. Os resultados mais avançados são do fisiologista Guilherme Baldo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). No Centro de Terapia Gênica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Baldo e seu grupo usaram a técnica para desenvolver um tratamento experimental para mucopolissacaridose, doença genética rara que afeta uma em cada 100 mil pessoas e danifica vários órgãos, além de prejudicar o desenvolvimento cerebral.

Alterações no gene da enzima alfa-L-iduronidase levam ao acúmulo de açúcares chamados mucopolissacarídeos, tóxicos para as células. O tratamento mais eficaz é o transplante de medula óssea, que exige a destruição do sistema de defesa e deve ser feito antes dos 2 anos de idade para reduzir o risco de deficiência intelectual. Uma alternativa é a reposição da enzima, que não impede os danos neurológicos e pode custar até R\$ 1 milhão por ano.

Usando a CRISPR, os pesquisadores gaúchos já corrigiram a alteração em células humanas em cultura e em camundongos. O tratamento restaurou a função do gene em 4% das células do pulmão e do coração. Um mês mais tarde, os animais produziam de 7% a 8% da quantidade de enzima sintetizada por um organismo saudável, segundo artigo publicado em 2018 no *Journal of Controlled Release*. “Embora a eficiência ainda

seja baixa, é provável que a quantidade já seja suficiente para evitar a progressão da doença. Crianças que sintetizam até 2% da enzima não apresentam deficiência intelectual”, conta Baldo. Ele busca uma forma de aumentar a disponibilidade da enzima no cérebro e planeja novos experimentos com animais, antes que o tratamento se mostre seguro para ser avaliado em pessoas.

XENOTRANSPLANTE

A CRISPR também pode colaborar para suprir a falta de órgãos para transplante. Uma possível fonte são os porcos, que têm órgãos com dimensão semelhante aos dos seres humanos. Para que o transplante entre espécies (xenotransplante) se torne realidade, é preciso eliminar o risco de transmissão de doenças e de rejeição. Em 2015, o geneticista George Church, da Universidade Harvard, neutralizou 62 retrovírus do genoma dos suínos que poderiam causar problemas aos seres humanos, tarefa inimaginável antes da CRISPR.

No Centro de Pesquisas sobre o Genoma Humano e Células-Tronco (CEGH-CEL) da USP, a equipe coordenada pelo cirurgião Silvano Raia e pela geneticista Mayana Zatz trabalha para desativar os três principais genes que acionam o sistema de defesa do hospedeiro, provocando a rejeição do órgão transplantado. O biólogo Luiz Caires e outros membros do grupo já nocautearam um desses genes em células de fetos suínos. “A eficiência ainda é baixa, mas estamos aprimorando a técnica”, afirma. A expectativa é de até setembro obter células com os três genes desligados.

vírus ao da bactéria e funciona como uma memória do invasor

2008

John van der Oost e sua equipe na Universidade de Wageningen, Holanda, mostram que os trechos separando as sequências CRISPR geram uma pequena molécula de RNA, material genético de fita simples, que guia a proteína Cas até o material genético invasor. Na Universidade Northwestern, Estados Unidos, Luciano Marraffini e Erik Sontheimer descobrem que o alvo do RNA é o DNA do invasor

2010

Com sua equipe, o microbiólogo Sylvain Moineau, da Universidade de Laval, Canadá, verifica que o sistema CRISPR-Cas9 quebra as duas fitas do DNA em um ponto específico

2011

À época na Universidade de Umea, Suécia, a geneticista francesa **Emmanuelle Charpentier** verifica que o RNA que guia a proteína Cas9 contra o alvo é de fita dupla, formado por duas moléculas de RNA.

Na Universidade de Vilnius, Lituânia, o grupo de Virginijus Siksnys copia o trecho do DNA de *Streptococcus thermophilus* que codifica o sistema CRISPR-Cas e o insere no genoma da bactéria *Escherichia coli*. O sistema continua ativo e destrói o DNA de vírus invasores



2012

O grupo de Siksnys detalha o funcionamento da Cas9 e mostra que o RNA-guia pode ser manipulado para direcionar a Cas9 contra alvos previamente escolhidos. Em parceria com **Jennifer Doudna**, da Universidade da Califórnia em Berkeley, Estados Unidos, Charpentier, agora no Instituto Max Planck, Alemanha, chega a resultados semelhantes aos de Siksnys. Os grupos de Doudna e Charpentier mostram ainda que é possível criar um RNA sintético de fita única



para guiar a Cas9, simplificando o método. Em maio, o grupo da Califórnia entra com pedido de patente nos Estados Unidos para o uso da CRISPR-Cas9 para editar genomas. Em dezembro, Feng Zhang, do Instituto Broad, e George Church, da Universidade Harvard, também pedem patente da técnica, iniciando uma disputa ainda não resolvida

O passo seguinte será extrair o DNA dessas células e transferir para um óvulo cujo núcleo foi esvaziado. “Os óvulos serão implantados em fêmeas para gerar animais geneticamente modificados”, conta Zatz. Implantado no abdômen, o rim suíno geneticamente modificado pode tirar da hemodiálise pacientes que aguardam para receber um rim de outra pessoa (transplante homólogo). “No Brasil, 126 mil pessoas aguardam um transplante de rim e fazem hemodiálise, consumindo R\$ 2,8 bilhões do sistema público de saúde por ano”, conta Raia, primeiro médico a realizar transplante de fígado com doador vivo no mundo.

Em outro laboratório do CEGH-CEL-USP, a geneticista Maria Rita Passos Bueno e sua equipe usam a CRISPR para investigar as causas da fenda lábio-palatal. Sabe-se que alterações em quase uma dúzia de genes podem provocar esse defeito congênito, que impede a formação completa da face. Há casos, porém, em que os genes estão íntegros e o bebê nasce com o lábio fendido. Em um estágio supervisionado por Passos Bueno, o biólogo Lucas Alvizi empregou uma versão da CRISPR para identificar uma possível nova causa do problema. Em testes com o peixe paulistinha, o grupo constatou que o defeito congênito pode resultar da hiperativação do gene MIR152. Esse efeito, eles descrevem em artigo depositado no repositório BiorXiv, pode ser causado por baixa oxigenação na gestação.

Na USP em Ribeirão Preto, interior de São Paulo, as equipes do biólogo molecular Geraldo

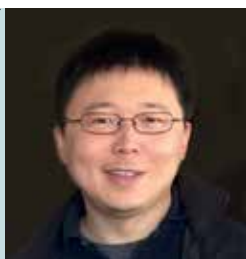
Aleixo Passos e do imunologista Eduardo Donadi empregam a CRISPR com uma estratégia diferente. Em vez de corrigir alterações em um gene, eles as provocam. O objetivo é conhecer como os defeitos que inativam o gene regulador autoimune (Aire) levam ao desenvolvimento de doenças autoimunes, como o diabetes tipo 1.

No organismo dos mamíferos, esse gene é mais ativo no timo, glândula localizada no tórax que elimina células de defesa (linfócitos T imaturos) capazes de atacar o próprio corpo. Ao gerar mutações que desligaram o Aire, os pesquisadores observaram que as células do timo mudaram o perfil de ativação dos genes e deixaram de interagir fisicamente com os linfócitos imaturos, o que dificulta a eliminação daqueles que poderiam atacar o próprio organismo, conforme relataram em 2018 na *Frontiers in Immunology*. “A técnica da CRISPR”, afirma Passos, “está nos ajudando a compreender melhor como o funcionamento do gene Aire ajuda a prevenir doenças autoimunes”. ■

Projetos

1. Produção nacional de suínos geneticamente modificados voltados para xenotransplante de órgãos humanos (nº 18/14275-5); **Modalidade** Parceria para Inovação Tecnológica (Pite); **Pesquisador responsável** Silvano Mario Attilio Raia (USP); **Investimento** R\$ 3.748.623,36.
2. CEGH-CEL – Centro de Estudos do Genoma Humano e de Células-Tronco (nº 13/08028-1); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Pesquisadora responsável** Mayana Zatz (USP); **Investimento** R\$ 43.461.955,95.

Os demais projetos e os artigos mencionados estão listados na versão on-line.



2013

Feng Zhang adaptou a CRISPR-Cas9 para editar o genoma de mamíferos e testou em células humanas



2014

Na Universidade Médica de Nanjing, China, a equipe de Jiahao Sha gera macacos com genes editados pela CRISPR

2015

Em um passo rumo à obtenção de órgão de suínos para transplante em humanos, Church e sua equipe em Harvard desativam 62 retrovírus do **genoma de porcos**

2016

Na Universidade de Sichuan, China, You Lu e equipe testam o sistema CRISPR-Cas em humanos: desativam um gene para

estimular as células de defesa a combaterem câncer de pulmão

2017

Ha Youn Shin e colaboradores nos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos identificam alterações causadas pela CRISPR fora do alvo. Na Universidade de Saúde e Ciência de Oregon, nos Estados Unidos, Shoukhrat Mitalipov e equipe usam a técnica para corrigir em **embriões humanos** uma mutação que causa doença cardíaca

2018

He Jiankui, da Universidade de Ciência e Tecnologia do Sul, na China, anuncia ter gerado os primeiros bebês humanos com genoma alterado usando a CRISPR. Ele foi banido da universidade e, em dezembro de 2019, condenado a três anos de prisão



FONTES BROAD INSTITUTE; YSHINO, I., ET AL. JOURNAL OF BACTERIOLOGY. 2018; NATURE BIOTECHNOLOGY. 2019.

CIÊNCIA COM CAUTELA

Biólogo molecular afirma que uso ético da edição gênica depende de consenso e mudança na cultura científica



Dellaire: edição de genes em células somáticas chegou para ficar

O biólogo molecular canadense Graham Dellaire é diretor de pesquisa no Departamento de Patologia da Universidade Dalhousie, em Halifax, Canadá. Ele estuda os mecanismos que tornam as células tumorais resistentes aos tratamentos anticâncer, o reparo do material genético e a edição de genes com a técnica CRISPR-Cas9. Nos últimos anos, Dellaire e colegas têm manifestado preocupação com a segurança dessa técnica de edição gênica e seu uso ético. A seguir, ele fala dos testes da CRISPR em seres humanos e de suas implicações.

A CRISPR vem sendo testada em pacientes nos Estados Unidos e na China.

Havia evidências de que seria seguro?

Alguns argumentam que havia evidências suficientes para prosseguir com os ensaios de edição de genes de células somáticas [células de órgãos e tecidos maduros, que não são transmitidas para os descendentes]. No entanto, só em 2020 estamos estabelecendo os riscos potenciais de efeitos no alvo e fora do alvo [ocorridos longe do trecho que se deseja alterar] da edição com a CRISPR em camundongos e seres humanos. Os ensaios em andamento nos Estados Unidos e na China estão revelando que a edição de genes em células somáticas *ex vivo*, alteradas em laboratório e depois reintroduzidas no organismo, é provavelmente segura. A segurança da edição genética de células germinativas [óvu-

lo e espermatozoide] ou de embriões humanos, que pode ser passada para os descendentes, ainda não foi estabelecida. Essa é uma das razões pelas quais um comitê especializado da Organização Mundial da Saúde pediu uma moratória global da edição de genes em linhagem germinativa humana.

O pesquisador chinês He Jiankui supostamente usou a técnica para criar os primeiros bebês humanos com genes editados. Já se cruzou uma linha ética?

A edição de genes em células somáticas para tratar indivíduos adultos, que podem dar seu consentimento para que a terapia seja feita em seu organismo ou para que os filhos sejam tratados depois do nascimento, é ética se houver evidência suficiente de necessidade clínica e da eficácia do tratamento. A suposta edição de embriões humanos realizada por He Jiankui em 2018 foi antiética. Não se conhece a segurança da técnica e os pais teriam sido coagidos a dar o consentimento. Além disso, a necessidade clínica desse tratamento é duvidosa.

Como alcançar o uso ético da técnica?

Isso só virá com um consenso amplo e negociado entre cientistas, governos, órgãos reguladores e cidadãos dos países em que os ensaios clínicos estão sendo analisados. Exigirá uma mudança na cultura científica, que deverá trocar a mentalidade da “corrida por ser o primeiro”

pela da “*slow science*”, baseada na crença de que a ciência deve ser um processo lento, constante e metódico. Só assim haverá tempo para determinar os riscos reais da edição de genes de linhagens de células germinativas.

O uso da CRISPR para tratar doenças é um caminho sem volta?

Ela já está sendo usada para tratar doenças em seres humanos. Esse não é um cenário hipotético. A edição de genes em células somáticas está funcionando e chegou para ficar. Vai se tornar mais segura com o avanço dos ensaios clínicos. Deve se tornar mais amplamente aplicável à medida que forem criadas técnicas para direcionar o tratamento para células e tecidos específicos. A respeito da edição de células germinativas, com o trabalho de He Jiankui, o gênio escapou da garrafa. A velocidade com que isso será aplicado a seres humanos é algo com que os países terão de lidar. O uso da edição gênica para aprimorar seres humanos é o mais preocupante. A legislação rigorosa de países como os Estados Unidos e o Canadá, que proíbem a edição de genes em embriões para reprodução, não impede que pessoas e empresas desonestas editem embriões humanos e implantem em mulheres que terão filhos em outros países. Para evitar, devemos considerar a aplicação de multas para empresas e prisão para os envolvidos. ■

Ricardo Zorzetto

UM ENGASGO CIENTÍFICO

Achado inesperado de DNA bacteriano em genoma de touro modificado altera planos de empresas nos Estados Unidos e no Brasil

Frances Jones





O touro transgênico Buri, em foto de maio de 2018

ALISON VAN EENENNAAM/UNIVERSITY OF CALIFORNIA-DAVIS

O ano de 2019 ainda estava no começo quando cientistas da agência regulatória de alimentos e medicamentos dos Estados Unidos, a FDA, tiveram uma surpresa ao testar uma nova metodologia de bioinformática, que envolve a aplicação de técnicas de informática a pesquisas no campo da biologia. Quase por acaso, descobriram que dois touros clonados alguns anos antes pela empresa Recombinetics, cuja linhagem celular havia sido submetida à edição gênica para que os animais não apresentassem chifres, eram na verdade transgênicos. Até então não se sabia, mas os bovinos continham em seu genoma material genético de outra espécie. Mais especificamente do plasmídeo usado na edição gênica. Plasmídeos são pequenas moléculas de DNA de origem bacteriana empregadas como vetores de inserção de genes em diversos tipos de células.

As autoridades norte-americanas consideraram o achado tão relevante que publicaram imediatamente o resultado em um servidor de *preprints*, que disponibiliza uma versão do artigo antes da revisão por pares. O texto foi postado em julho de 2019 e, até o fechamento desta edição, aguardava publicação na revista *Nature Biotechnology*. “Nossos achados mostraram onde procurar por efeitos não intencionais de edições gênicas que até agora os cientistas poderiam estar deixando passar batido”, declarou à *Pesquisa FAPESP* Heather Lombardi, diretora da Divisão de Bioengenharia Animal e Terapias Celulares do Centro de Medicina Veterinária da FDA (ver entrevista na página 25). “Saber que um plasmídeo inteiro pode entrar – e, por vezes, de fato entra – no genoma de um animal ajudará a aprimorar a qualidade da pesquisa e dos produtos desenvolvidos.”

A descoberta se deu com o toque do imponderável. Em 2018, a FDA estava no processo de desenvolver um método de análise de dados obtidos por sequenciamento de nova geração (NGS) – técnica que identifica a ordem de bases nitrogenadas de bilhões de moléculas de DNA simultaneamente – para usá-lo em decisões regulatórias.

A equipe do Centro para Medicina Veterinária da FDA, responsável pelo estudo, precisava validar a metodologia com dados já conhecidos e optou por fazer o teste com as informações de um trabalho publicado em 2016 na *Nature Biotechnology* sobre o sequenciamento genético de dois bovinos originados a partir de células que haviam sido editadas em 2013.

O artigo, assinado pelo pesquisador norte-americano Daniel F. Carlson e colegas, descrevia a bem-sucedida experiência de edição gênica desenvolvida nos animais pela Recombinetics, baseada em Minnesota (EUA). Esse trabalho resultou em dois touros mestiços de raças leiteiras, usualmente com chifres, que atingiram a idade madura sem chifres, ou seja, mochos. As variantes genéticas associadas à ausência de chifres são comuns no gado de corte, mas raros no rebanho de leite. Há um grande apelo comercial para a produção de gado leiteiro mocho, porque os chifres dificultam o manejo dos animais e, muitas vezes, os produtores optam por fazer a descorna, um processo custoso, delicado e doloroso.

“Como nosso processo foi desenhado para detectar mudanças no DNA em amostras com edição genômica, queríamos um conjunto de dados para validação que tivesse tanto as amostras editadas quanto as amostras-controle”, contou Lombardi. “O conjunto de dados de autoria de Carlson e equipe foi escolhido para validação porque tinha resultados conhecidos. Era o único conjunto de informações publicamente disponível sobre animais com edição genômica naquela época sobre o qual tínhamos conhecimento. Além disso, os dados eram de boa qualidade e extensos.”

Ocorre que, entre maio de 2015, quando os dois bezerros, chamados Spotigy e Buri, vieram ao mundo, até 2019 muita coisa aconteceu. E a história teve repercussões inclusive no Brasil. Os animais, ambos clones de um mesmo touro da Universidade de Minnesota, cresceram saudáveis, assim como os bezerros usados como controle, que não tiveram o genoma editado. Em novembro de 2015, com cerca de seis meses, foram levados para o *campus* da Universidade da Califórnia (UC), em Davis, para fins de pesquisa.

Spotigy foi sacrificado para ter seu organismo estudado, enquanto Buri teve o sêmen congelado e, via inseminação artificial, foi pai de seis bezerros – cinco machos e uma fêmea. A prole nasceu em setembro de 2017 na UC Davis, de seis vacas diferentes da raça hereford, que naturalmente tem chifre. Quatro dos seis bezerros herdaram a sequência com DNA bacteriano no genoma.

Um artigo analisando o genótipo e o fenótipo desses animais, que herdaram a característica mocha de Buri, foi publicado em outubro de 2019 pela revista *Nature Biotechnology*. O estudo foi coordenado pela pesquisadora australiana radicada nos EUA Alison L. Van Eenennaam, da UC Davis, e teve apoio do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e da Recombinetics.

No primeiro semestre de 2018, antes da divulgação da descoberta da FDA, a empresa paulista AgroPartners Consulting, de Araçatuba, que presta consultoria na área de genômica em plantas e animais, propôs à Recombinetics trazer o sêmen do touro Buri ao Brasil. “A ideia era inseminar algumas vacas, criar um *case* e fazer uma demonstração dessa tecnologia no país”, contou o veterinário José Fernando Garcia, sócio da AgroPartners e professor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* Araçatuba.

Em 2018, a AgroPartners submeteu uma carta-consulta à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) com o objetivo de importar o sêmen de Buri para fazer pesquisas e abrir a possibilidade para futura comercialização desse tipo de tecnologia a outras empresas. Em janeiro daquele ano, a CTNBio havia aprovado a resolução normativa número 16, estabelecendo requisitos

para as Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMPs) – nas quais a edição gênica de Buri se enquadraria – e diferenciando estas da engenharia genética por transgenia.

A CTNBio concluiu que o sêmen de Buri não era um organismo geneticamente modificado (OGM), de acordo com o que é descrito no artigo 3º da Lei nº 11.105 de março de 2005, a Lei de Biossegurança. A comissão levou em consideração os dados disponíveis até aquele momento, ressaltando que a mudança inserida – o silenciamento do gene responsável pela ocorrência de chifres – acontece naturalmente em outras raças bovinas.

PROJETO ABORTADO

A AgroPartners preparava-se para importar o sêmen quando foi anunciada a descoberta da agência regulatória norte-americana. “A empresa paulista ficou sabendo do achado da FDA e informou à CTNBio, solicitando o cancelamento do processo e informando que não importaria o sêmen do touro”, disse a veterinária Maria Lúcia Zaidan Dagle, professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP) e relatora do processo na CTNBio, da qual é vice-presidente.

De acordo com Garcia, o sêmen do Buri não chegou a ser enviado ao Brasil. Nos Estados Unidos, cinco dos seis descendentes do touro geneticamente modificados foram sacrificados. Apenas a fêmea, Princess, que herdou a sequência com DNA bacteriano no genoma, ainda vive, para continuar como objeto de pesquisa. “Ela está com um touro da raça hereford e esperamos que esteja prenhe”, contou Van Eenennaam, da UC Davis. “Testaremos o leite para análise de composição,

Um plasmídeo no meio do caminho

Entenda como o Buri foi feito e por que a edição gênica deu errado

① A Recombinetics retirou células da orelha de um touro mestiço de três raças leiteiras cujos animais normalmente apresentam chifres

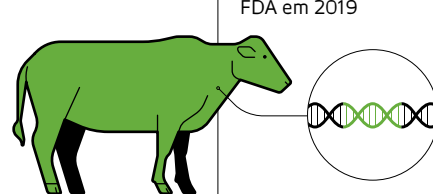
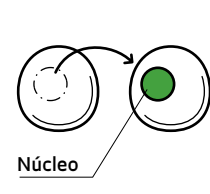
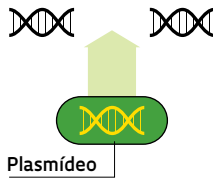
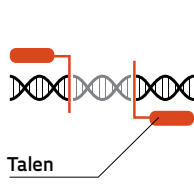
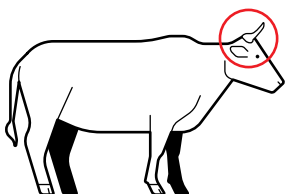
② Em laboratório, essas células sofreram edição gênica por meio da ferramenta Talen. A empresa utilizou enzimas como “tesouros moleculares” para cortar o DNA no local onde ficam os genes responsáveis pelos chifres

③ No lugar deles, inseriu o alelo cético, encontrado na raça angus, que confere a ausência de chifre. Um plasmídeo serviu como vetor do material genético

④ Os cientistas selecionaram a célula que foi transformada e fizeram um clone, a partir de transferência de núcleo. Um embrião foi criado com esse material editado e implantado no útero de uma vaca

⑤ Buri e Spotigy nasceram e cresceram sem chifres. No entanto, o material genético do plasmídeo, que deveria ter desaparecido, permaneceu no genoma dos animais

⑥ A Recombinetics e a UC Davis checaram e viram que não havia alterações fora do sítio da edição no DNA. Mas, no local da edição, houve uma integração com o plasmídeo, o que foi detectado pela FDA em 2019



GLOSSÁRIO

Edição gênica: trata-se de um grupo de tecnologias que dá aos cientistas a capacidade de mudar o DNA de um organismo. Por meio delas, é possível acrescentar, remover ou alterar o material genético em pontos específicos do genoma

Talen: uma das ferramentas de edição gênica, funciona como uma tesoura molecular que corta a fita dupla de DNA em locais específicos

CRISPR-Cas9: ferramenta mais rápida, barata e precisa do que a Talen. Foi adaptada do sistema de defesa que ocorre naturalmente em bactérias para protegê-las de infecção viral

Organismo geneticamente modificado (OGM): é aquele cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética

Transgenia: processo no qual se altera o material genético de um organismo com a inclusão de uma ou mais sequências de genes de uma espécie diferente da do organismo modificado

Técnicas Inovadoras de Melhoramento de Precisão (TIMPs): conjunto de metodologias e abordagens que diferem da estratégia de engenharia genética por transgenia por resultar na ausência de DNA ou RNA recombinante no produto final



Princess, filha de Buri (à dir.), ao lado de animal-controle, nas instalações da Universidade da Califórnia, em Davis

como sugerido pela FDA. Tanto a Princess quanto o bezerro dela serão tratados como novas drogas animais [*new animal drugs*], de acordo com as regras da agência e não poderão entrar na cadeia alimentar. Eles serão sacrificados e incinerados.”

A pesquisa e a comercialização de organismos transgênicos seguem em geral normas regulatórias restritas, que diferem de país a país. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), embora as discussões abranjam vários aspectos da transgenia, três pontos são motivos de debate: os possíveis efeitos alergênicos desses organismos; a possibilidade de transferência de material genético, em especial de genes de resistência a antibióticos; e os riscos de cruzamento sem controle desses organismos com outros não transgênicos.

EDIÇÃO COM TALEN

A Recombinetics usou na edição gênica das linhagens celulares dos touros uma técnica conhecida como Talen, sigla que significa nuclease efetora semelhante a ativadores de transcrição. Outra técnica de edição bastante adotada atualmente, mais simples, rápida e barata, é a CRISPR-Cas9 (ver reportagem na página 12). As duas permitem fazer uma alteração direcionada em um gene ou em uma região específica do genoma, inativando características ou inserindo modificações.

“Ambas funcionam como uma tesoura molecular. Elas cortam o DNA”, explica a bióloga Ângela Saito, pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). “Mas a Talen usa proteínas modificadas para reconhecer uma sequência específica no DNA de interesse; no caso da CRISPR, o que reconhece a região de interesse é uma molécula de RNA [áci-

do ribonucleico], cuja construção é mais rápida e simples do que ‘engenheirar’ uma proteína.”

Tanto a Talen quanto a CRISPR-Cas9 podem usar ou não plasmídeos como modelos, que transportam as instruções genéticas. Apesar de o plasmídeo ser uma ferramenta comum nos laboratórios de biotecnologia, muitos pesquisadores preferem sintetizar o modelo de forma que ele seja degradado e, assim, não sobre resquício dele nem se corra o risco de ser incorporado ao DNA.

“Em 2013, tivemos de usar um vetor com plasmídeo porque não havia ainda opções para fazer cópias exatas do alelo céltico [uma inserção de 212 pares de base e uma deleção de 10 pares de base]”, disse à Pesquisa FAPESP Daniel Carlson, diretor científico da Recombinetics, referindo-se à mudança no genoma bovino que garantiu a ausência de chifres nos touros. “Em 2014, quando fizemos o *screening* [rastreamento] das células editadas, o laboratório não procurou diretamente pelo plasmídeo. A integração de um modelo com plasmídeo era então considerada – e ainda é – um evento raro, conforme a literatura científica.”

Tanto a Recombinetics como a UC Davis não chegaram a buscar especificamente pela integração do plasmídeo antes da descoberta da agência FDA. No caso do Buri, a alteração inesperada do genoma do touro ocorreu em um dos alelos do gene responsável pela presença ou ausência de chifres. No outro alelo, a alteração se deu da maneira como os cientistas previam e queriam. Cada gene que determina um fenótipo (uma característica) possui dois alelos, que podem ser idênticos (homozigotos) ou não (heterozigotos). Se não forem idênticos, o alelo dominante vai determinar a característica apresentada.

Com o alelo céltico dominante, Buri e seu irmão não apresentaram chifres. Mesmo a prole de Buri, fruto de um cruzamento com vacas da raça hereford, em geral com a presença de chifres, nasceu mocha. No entanto, o outro alelo do mesmo gene responsável pela presença ou ausência de chifres sofreu a alteração inesperada contendo, em sua sequência, o DNA bacteriano integrado.

Em geral, os plasmídeos usados como vetores nos laboratórios de biologia molecular têm genes que conferem resistência a antibióticos. E esse foi o caso do material genético integrado ao touro Buri, que incluiu os genes de resistência a antibióticos. Especialistas da Recombinetics, UC Davis, CTNBio e AgroPartners não veem problema nisso. “Os fragmentos do plasmídeo possuem genes bacterianos que não funcionam no organismo de um mamífero. Os genes só funcionam na bactéria, porque ela reconhece aquele gene como seu e faz a resistência a antibiótico”, afirma Garcia, da AgroPartners. “No bovino, o gene está lá como fragmento inerte. O código é diferente, não tem a maquinaria de região promotora necessária para a expressão do gene.”

O veterinário Marcelo Demarchi Goissis, pesquisador da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, concorda com Garcia, mas ressalva: “Em teoria, esse gene está ali quieto, mas trata-se de biologia; e a gente sabe que a biologia tem um quê de imprevisível”, diz. “A princípio não teria problema, mas o ideal seria não ter havido a integração do DNA do plasmídeo ao genoma bovino, porque é difícil prever o que aconteceria com uma população de animais.”

Reportagem sobre o assunto da revista norte-americana *MIT Technology Review*, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), diz que não está claro se a presença do DNA bacteriano significa necessariamente um risco maior. Embo-

ra seja improvável que o plasmídeo afete o próprio bovino ou a pessoa que coma a sua carne, a preocupação é de que o gene para resistência a antibiótico seja passado para um dos bilhões de bactérias presentes no corpo do touro ou da vaca. A presença desse gene em uma vaca criaria oportunidades imprevisíveis para a sua disseminação, contou à revista o microbiologista John Heritage, da Universidade de Leeds, no Reino Unido.

De acordo com a Recombinetics, nunca foi intenção da empresa obter a aprovação desse animal pela FDA para a venda nos Estados Unidos ou em outro país. “A base genética do Buri não tem valor comercial, portanto buscar aprovação regulatória não fazia nenhum sentido comercial”, conta Carlson. Para Van Eenennaam, da UC Davis, Buri foi um protótipo para testar se a edição poderia resultar numa característica dominante de ausência de chifres no touro. O próximo passo lógico seria introduzir essa edição em um touro de elite de uma raça com chifre usando métodos que não envolvam DNA com um doador plasmídeo.

Na visão de José Fernando Garcia, o caso foi um “engasgo científico”. “Na nossa opinião, não há grandes problemas. Já há outros animais cujo genoma foi editado, tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil, vindo por aí, prestes a nascer. Esses animais e seus dossiês serão submetidos à CTNBio, de forma natural, transparente, como foi feito até agora.” ■

Artigos científicos

CARLSON, D. F. *et al.* Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines. *Nature Biotechnology*. n. 5, p. 479-81. 2016.
YOUNG, A. E. *et al.* Genomic and phenotypic analyses of six offspring of a genome-edited hornless bull. *Nature Biotechnology*. out. 2019.
NORRIS, A. L. *et al.* Template plasmid integration in germline genome-edited cattle. *bioRxiv*. On-line. 28 jul. 2019.



Laboratório da FDA: órgão mostrou que genoma do Buri tinha material genético do plasmídeo

APOIO À EDIÇÃO GÊNICA

Autoridade da FDA diz que órgão é favorável à alteração do genoma de organismos vivos a fim de se criar produtos benéficos à sociedade



Lombardi: não há métodos de verificação aceitos para a edição genômica

Diretora da Divisão de Bioengenharia Animal e Terapias Celulares do Centro para Medicina Veterinária da agência norte-americana Food and Drug Administration (FDA), a química Heather Lombardi liderou a equipe que descobriu que o touro geneticamente editado Buri continha em seu genoma DNA do plasmídeo usado no processo — o que fazia dele um animal transgênico (ver reportagem na página 20).

Nessa entrevista concedida por e-mail a *Pesquisa FAPESP*, Lombardi destaca que a FDA apoia o uso de edição do genoma para trazer produtos que possam melhorar a saúde humana e animal e explica como a legislação norte-americana lida com alterações genômicas intencionais, resultantes de técnicas de edição gênica, como CRISPR-Cas9 e Talen.

Os atuais métodos de verificação de edição gênica são adequados para detectar alterações não intencionais, como a ocorrida com o touro Buri?

Nesse momento, não há métodos de verificação [screening] universalmente aceitos para a edição genômica. É um campo que avança com rapidez. Novos métodos continuam a ser desenvolvidos e os existentes estão sendo aprimorados.

Os Estados Unidos têm legislação para lidar com alterações genômicas intencionais (IGAs) em animais?

A FDA enquadra as alterações genômicas intencionais em animais nas normas para novas drogas animais previstas na Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos. Na prática, isso significa que a FDA garante que a IGA é segura para o animal e para qualquer um que consuma alimentos derivados dele. Já foram aprovadas nos Estados Unidos aplicações associadas a animais geneticamente engenheirados, como o salmão AquAdvantage e a cabra ATryn.

A fim de garantir que a IGA seja segura ao animal e aos consumidores, a FDA faz testes em laboratórios ou confia nos dados fornecidos pelos desenvolvedores que fazem as solicitações?

Em geral, o requerente é responsável por conduzir os testes ou gerar os dados para demonstrar a segurança e a efetividade de uma IGA em animais e, assim, obter sua aprovação. Nós revisamos estudos, testes e dados apresentados pelo responsável. Isso pode incluir dados brutos, que podem ser usados para fazermos nossas próprias análises independentes. Por exemplo, costumamos solicitar dados brutos de sequenciamento em apoio à caracterização genotípica de uma IGA em um animal. E normalmente fazemos uma análise independente desses dados.

Há animais com edição genômica em produção nos Estados Unidos?

Não há nenhum animal editado genomicamente aprovado nos Estados Unidos. Por questões de confidencialidade, não podemos comentar sobre solicitações para animais com edição genômica que possam estar em processo de aprovação. Vale observar que a FDA apoia o uso de edição do genoma e de outras tecnologias para trazer produtos novos e inovadores ao mercado que possam melhorar a saúde humana e animal, o bem-estar animal e potencializar a produção e a qualidade dos alimentos.

Quais seriam os riscos se a alteração no Buri não tivesse sido descoberta e o gado com edição genômica tivesse avançado no Brasil e em outros países?

Nossa análise não incluiu uma avaliação de segurança nem de risco da integração não intencional do plasmídeo no genoma do touro. A existência de uma alteração não intencional não significa necessariamente que as edições não sejam seguras para o animal ou para quem consuma alimentos oriundos dele. No entanto, esses achados mostram que há razão para que reguladores analisem os dados sobre alterações genômicas intencionais em animais para definir se há resultados não intencionais *on* ou *off-target* [dentro ou fora do local alvo da edição]. E, caso haja, esclareçam se é motivo de preocupação quanto à segurança ou outra questão regulatória. ■ Frances Jones



A negociadora do clima

Matemática vice-presidente do IPCC
fala dos debates sobre políticas ambientais
e da atual imagem do país no exterior

Carlos Fioravanti | RETRATO Léo Ramos Chaves

IDADE 68 anos

ESPECIALIDADE

Estatística espacial

INSTITUIÇÃO

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)

FORMAÇÃO

Graduação (1975) e mestrado (1977) na Universidade Roosevelt, Estados Unidos; doutorado (1992) na Universidade de Sheffield, Reino Unido

PRODUÇÃO

15 artigos e 2 livros em coautoria

Neta de alemães e portugueses, afável e atenciosa, mas também impositiva quando necessário, a matemática paulistana Thelma Krug integrou a equipe de negociadores do Brasil em fóruns internacionais sobre políticas ambientais e climáticas durante 10 anos, ao lado de diplomatas do Itamaraty. Ela deixou essa função em 2015 para assumir uma das três vice-presidências do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), do qual participa desde 2002, para fortalecer a interação entre os representantes dos países e os cientistas que projetam um clima global gradativamente mais quente e seco. Tal projeção está se transformando em realidade rapidamente, como mostram os incêndios florestais naturais na Austrália, que se tornam cada vez mais intensos e dramáticos (*ver reportagem na página 32*).

Krug voltou inquieta da Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-25), realizada em Madri, na Espanha, em dezembro de 2019, ao ver o que chamou de “retrocesso brasileiro” nas políticas ambientais e na interação com os outros países. “A imagem internacional do Brasil não poderia estar pior”, comenta.

Como pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) por 37 anos, ela tem uma extensa carreira como analista de dados ambientais. Em 2004, participou da implementação da versão digital do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (Prodes), uma das fontes de informações sobre a perda de vegetação nativa na região, ao lado do sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (Deter). Mãe do economista Paulo Augusto e avó de um casal de netos, Thelma Krug concedeu a entrevista abaixo no início de janeiro no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), onde se aposentou em 2019.

Qual a sua avaliação dos incêndios na Austrália que se intensificaram neste início de 2020, cuja fumaça chegou ao Rio Grande do Sul?

O relatório de 2014 do IPCC já alertava que o clima da região conhecida como Australásia estava mudando muito. As chuvas estavam ainda mais reduzidas e a concentração de gases de efeito estufa havia contribuído para aumentar a temperatura média nos últimos 50 anos. Portanto, era maior o risco de eventos climáticos extremos, como os incêndios florestais mais frequentes e intensos, que nos anos anteriores destruíram mais de 2 mil prédios e causaram a morte de quase 200 pessoas no país.

Alguma comparação possível com os incêndios no Brasil?

Na Austrália, a seca e o calor, intensificados pela mudança do clima, contribuíram para que as queimadas atingissem as florestas e os campos desde setembro de 2019. O desmatamento não é uma causa dos incêndios florestais, diferentemente do que ocorre no Brasil. Aqui, as queimadas são frequentes e normalmente associadas à limpeza de áreas desmatadas, particularmente na Amazônia. O desmatamento também é um vetor de propagação do fogo, como ocorreu em Roraima em 1998, quando o fogo em uma área queimada anualmente para controle de pragas se propagou para dentro da floresta através de áreas desmatadas,

causando um grande incêndio florestal. As estatísticas do Inpe indicam que 2019 no Brasil não foi um ano tão atípico [ver gráfico]. É claro que a situação das queimadas no Brasil poderia ficar pior caso não tivesse havido a mobilização do Exército para ajudar a controlar o fogo, além de uma chuva providencial. Entretanto, o fato de o desmatamento ter sofrido uma alta significativa em 2019 e do Deter já ter identificado o dobro dos focos de calor até meados de janeiro, em comparação com o mesmo período em 2019, causa preocupação com a extensão, intensidade e duração das queimadas, particularmente na Amazônia.

As equipes do Inpe indicavam o risco de maior ocorrência de eventos climáticos extremos também no Brasil há mais de 10 anos.

O IPCC projetava que os eventos climáticos ficariam mais intensos, mais frequentes e mais duradouros com o aquecimento global. O que vemos hoje é a variabilidade climática natural se juntando com a ação do homem, responsável por um aumento da temperatura média global de cerca de 1 °C, em comparação com os níveis pré-industriais, conforme divulgado em outubro de 2018 no relatório especial sobre aquecimento global do IPCC. No próximo relatório, de 2020-21, é esperado que os avanços científicos permitam atribuir vários eventos climáticos extremos à mudança do cli-

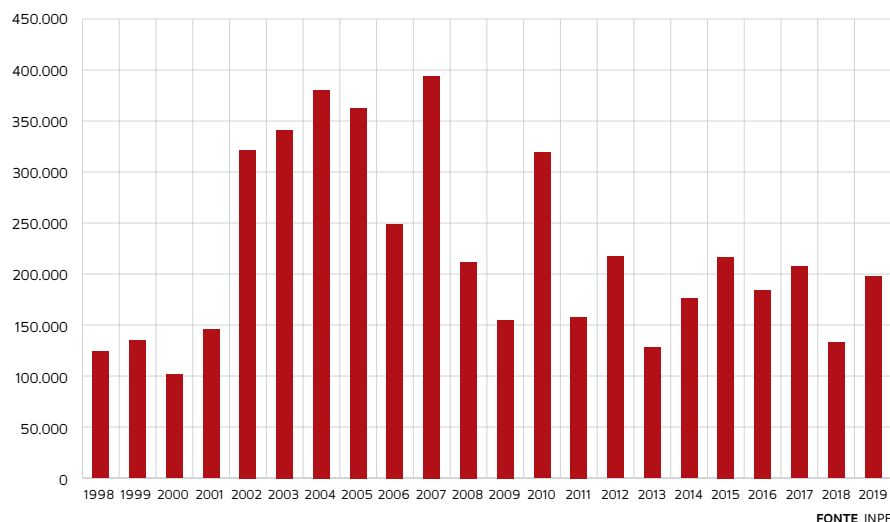
ma, com alta confiança. Para o Brasil, as consequências mais dramáticas desses fenômenos serão na agricultura, com a redução da produção de cereais e o deslocamento de áreas cultiváveis para outras regiões do país. Para amenizar esses efeitos, a Embrapa [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária] está estudando espécies de uso agrícola resistentes ao clima mais quente e seco que teremos de enfrentar nos próximos anos caso não haja uma redução ambiciosa e consistente de emissões de gases de efeito estufa em todo o mundo.

Uma reportagem de Pesquisa FAPESP recém-publicada apresenta a Amazônia como fonte, não mais sumidouro, de dióxido de carbono (CO₂) entre 2010 e 2017. Que lhe parece?

Existe uma preocupação no relatório de avaliação do IPCC de 2014 sobre a interação entre mudança do clima, desmatamento e alta vulnerabilidade das florestas ao fogo, que poderia levar à degradação das florestas em grandes áreas da Amazônia. É claro que maiores taxas de desmatamento, com o consequente aumento das queimadas, aumentam as emissões de gases de efeito estufa, particularmente dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, já que na Amazônia grande parte das queimadas é feita após o corte da floresta para limpeza da área e uso na pecuária ou agricultura. Com o desmatamento crescendo e sem uma indicação de políticas claras para controlá-lo, é altamente provável que a Amazônia continue a perder a capacidade de atuar como um sumidouro de carbono.

Florestas menores

Focos de desmatamento voltaram a crescer no Brasil em 2019



Você saiu do Inpe por razões políticas?

Saí oficialmente em setembro de 2019, depois de 37 anos de trabalho no instituto como pesquisadora e outros cinco como professora e diretora na então Faculdade de Engenharia de São José dos Campos, hoje parte da Universidade do Vale do Paraíba. Essa decisão foi tomada diante das acusações de que os nossos dados sobre desmatamento seriam manipulados [o presidente Jair Bolsonaro disse em julho que os dados sobre desmatamento eram mentirosos], sobre as quais eu não poderia me calar. O Inpe se tornou uma referência mundial por fazer levantamentos anuais da área desmatada em toda a Amazônia, disponibilizando publicamente todos os dados utilizados.

Não há outro país que faça isso. Sempre é possível melhorar, claro. O que não é admissível é a desqualificação do trabalho do instituto para justificar a compra de um sistema de coleta de dados, sem consulta a quem realmente entende, apenas porque a empresa fabricante diz que é melhor. Não é a primeira vez. Em 2017, fui exonerada do Ministério do Meio Ambiente [MMA] porque questionei a compra de um sistema para substituir o do Inpe. Um argumento que tenho ouvido e não tem o menor sentido é que o Prodes se baseia na análise visual dos dados de satélite, quando já existem outras técnicas mais avançadas que o próprio Inpe já desenvolveu e testou. Os dados do Prodes, que constituem a mais longa e transparente série histórica do desmatamento do mundo, não pode perder a consistência com a mudança do método de estimativa. Foi o que permitiu que o Brasil angariasse o respeito de outras nações, inclusive com transferência de tecnologia do Inpe para outros países. Os dados do Prodes são usados para desenvolver políticas públicas e os do Deter para apoiar ações de monitoramento e controle das agências ambientais do país. Mas, infelizmente, não são totalmente assimilados.

Como assim?

Os dois sistemas de coleta de dados, o Prodes, com relatórios anuais, e o Deter, com alertas diários, geram uma quantidade de informações que o Ibama [Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis] não consegue absorver nem conferir em campo, por falta de gente e infraestrutura. Quando eu estava no ministério, questionei quanto as equipes do Ibama usavam das informações do Deter: era 1%. Para que então comprar outro sistema, se não usa o que já tem? Não seria melhor usar esse dinheiro para fiscalizar mais áreas em campo? Os defensores dessa substituição alegaram que o Inpe estava errando, mas ninguém indicou os erros. Não existe nenhuma interação para dizer quais e quantos dados não estão servindo.

O sistema de controle do desmatamento já funcionou bem?

Sim, funcionou, porque o Deter foi criado em 2004 pelo primeiro PPCDAm [Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia



As vice-presidentes Krug (à esq.) e Barret e o coordenador do grupo de trabalho III, Andy Reisinger (2016)

Legal]. O quarto PPCDAm e o terceiro PPCerrado [Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado], com vigência de 2016 a 2020, têm quatro pilares de sustentação: monitoramento e controle, o principal fator de redução do desmatamento desde 2004, mas que está enfraquecido com o desmonte do Ibama e de outros órgãos de fiscalização; regularização fundiária e ordenamento territorial, que avançou muito com os dados do Cadastro Ambiental Rural e deve ajudar na fiscalização; o fomento às atividades produtivas sustentáveis, de construção lenta; e instrumentos normativos e econômicos para o controle do desmatamento ilegal. Quem faz desmatamento também usa imagens de satélite e vê onde a fiscalização poderia ir. O governo federal deveria estar à frente dessa complexidade crescente, não atrás, e investir de modo contínuo principalmente no controle e no monitoramento. Hoje vemos que o país retrocedeu décadas na área ambiental.

Por que diz isso?

Perdemos a capacidade de fiscalização, verbalizamos o incentivo aos ilícitos, estamos desmontando nossa sustentabilidade. O governo federal adotou uma visão ambiental que destoa profundamente do cenário internacional. Dizer que outros países já desmataram e, portanto, não teriam o direito de criticar o Brasil, é de uma primariedade inaceitável, porque os países mais ricos estão tentando

reconstruir o que desmataram por entender que não se pode ir na contramão da história. Há quem ainda não acredite em mudança do clima, mas a Convenção do Clima [tratado internacional resultante da Conferência Rio 92] foi feita também com base no princípio da precaução. O desenvolvimento econômico deveria ser pensado à luz do que é possível fazer, com sustentabilidade, sem prejudicar o futuro das próximas gerações.

O que você viu na COP de Madri, em dezembro?

Os países ficaram incrédulos com o retrocesso brasileiro. Não se entra numa negociação multilateral ameaçando, dizendo que os países estariam devendo para o Brasil, até porque a Convenção do Clima não determina *a priori* os países que deveriam ser beneficiados com os fundos ambientais. Dizer que os países estão devendo ao Brasil é vergonhoso. Nas duas semanas em que permaneceu em Madri, o ministro do Meio Ambiente [Ricardo Salles] não conseguiu construir uma ponte de confiança com outros países e muito menos fazer com que entendessem a posição que ele defendia. O Brasil perdeu uma liderança conquistada com respeito, visão e estratégia, atributos necessários em negociações multilaterais. Perdeu-se uma excelente oportunidade para mostrar que o país tem um enorme potencial para contribuir com o esforço global para combater a mudança do clima, que pode ser ampliado com a cooperação internacional.



Em 2017, em Montreal, no Canadá, em outra reunião do IPCC

de ter. Negociação é tomar e dar, e dar requer entender até que ponto o país está disposto a flexibilizar determinados elementos. Negociação é construir confiança, que também se apoia na competência técnica.

Qual seu papel como vice-presidente do IPCC?

São vários. Somos três vice-presidentes, dois de países em desenvolvimento, Youba Sokona, do Mali, eu, do Brasil, e Ko Barrett, dos Estados Unidos. São duas mulheres, Ko e eu, as primeiras em 30 anos do IPCC nessa posição. Damos suporte técnico ao presidente do IPCC, Hoesung Lee, um economista sul-coreano, e ajudamos os cientistas e os governos nas reuniões plenárias, em busca do consenso. Os relatórios do IPCC são aprovados por consenso. São 195 países-membros, mas nessas reuniões normalmente vão 130, 140. Também somos porta-vozes, pois colocar cientistas para conversar diretamente com os governos não funciona muito bem. Nós três é que preparamos a programação das apresentações e debates do pavilhão do IPCC na COP-25, que trataram de temas tão variados como o conhecimento dos povos indígenas até o uso de modelos computacionais para a elaboração de inventários nacionais de gases do efeito estufa. O IPCC tem um corpo fixo que não passa de 13 pessoas e um orçamento baixo, de U\$ 8 milhões por ano, utilizado principalmente para financiar a participação de autores de países em desenvolvimento nas reuniões presenciais de autores. Todos trabalham de forma voluntária.

Quais as prioridades do IPCC?

Uma delas é a comunicação, para dar mais acesso aos trabalhos. Como a linguagem dos relatórios do IPCC é muitas vezes complexa, cada um passou a ter mensagens-chave simples, sem a complexidade científica, mas que servem para despertar a curiosidade e estimular troca de ideias com públicos mais amplos. Para o relatório sobre aquecimento de 1,5 °C, as mensagens foram “cada ação importa”, “cada ano importa” e “cada ponto de aquecimento importa”. Já fui em vários lugares onde essas mensagens são anunciadas. Em Madri, por exemplo, a mensagem de que “cada ação importa” foi amplamente disseminada.

Quais poderiam ser as consequências desse desempenho do Brasil em Madri?

Uma consequência lógica desse fracasso – já que o ministro aparentemente não conseguiu os financiamentos esperados – e do retrocesso ambiental do Brasil no encontro em Madri seria o risco ainda maior de o país sair do Acordo de Paris. Só não saiu no começo de 2019 porque a comunidade científica gritou e o agromercado não deixou, para não colocar em risco as transações comerciais. Se se concretizar, essa seria a pior decisão que o país poderia tomar. A saída daria uma indicação muito negativa aos países em desenvolvimento. O Brasil tem sido líder nas negociações e conseguiu defender suas posições sempre com uma visão de integridade ambiental, assegurando que o que era negociado não colocasse em risco os acordos com as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. Foi assim no Protocolo de Kyoto e em várias negociações na Convenção do Clima.

Que oportunidades o Brasil poderia aproveitar?

Uma delas seria ver onde estão nossos nichos. Em todos os modelos avaliados pelo IPCC para limitar o aquecimento médio global a 1,5 °C até o final do século, as emissões de CO₂ deverão ser reduzidas a zero por volta de 2050. Mas, na impossibilidade de isso acontecer, a

bioenergia poderia neutralizar o excedente dessas emissões. Bioenergia é um nicho importante do Brasil. O governo e as empresas deveriam olhar para esse mercado potencial e mostrar ao mundo que a produção de biocombustíveis poderia ser feita de forma sustentável, sem colocar em risco as comunidades locais e os povos indígenas. Em vez disso, ao revogar o decreto do zoneamento da cana-de-açúcar na Amazônia, o governo está comprometendo o que construímos ao longo de tantos anos, que foi a ideia de que o nosso etanol não era produzido à custa do desmatamento da região.

Como foi seu trabalho como negociadora em fóruns internacionais sobre políticas ambientais e climáticas com o pessoal do Itamaraty?

Durante 10 anos, de 2005 a 2015, representei o Brasil nas negociações de temas complexos da área florestal e uso da terra. Hoje há um número bem maior de mulheres brasileiras negociadoras, principalmente do MCTIC [Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações], mas quando comecei a representar o Brasil nas negociações da Convenção do Clima a participação de mulheres era muito pequena. As reuniões preparatórias para a convenção promovidas pelo Itamaraty estabeleciam os limites que cada negociador po-

Com essas mensagens simples, o IPCC busca despertar a curiosidade, para que as próprias pessoas busquem mais informações, em vez de desestimulá-las com uma linguagem complexa.

De onde vem sua habilidade de negociadora?

Isso não se ensina. Minha formação é matemática, mas eu queria ter sido psicóloga. Talvez venha daí a habilidade em tratar as pessoas com jeito, sem impor. Casei cedo, pelos padrões atuais, aos 19 anos, em 1969. Meu filho nasceu em 1972 e logo depois saímos para os Estados Unidos para Paulo Renato de Moraes, com que eu estava casada na época, fazer o doutorado. Em menos de um ano, eu estava entediada com a vida de dona de casa e disse para Paulo Renato que não queria ficar sem estudar. Ele perguntou como é que a gente iria pagar, porque vivíamos com a bolsa dele do CNPq [Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento Tecnológico]. Mas encontramos uma universidade pequena no centro de Chicago, a Roosevelt University, e fui pagando as disciplinas à medida que podia. Foi Paulo Renato que escolheu matemática, porque eu era boa nessa área, e nas provas só tirava 10. Fiz psicologia como área complementar. Para pagar o curso, fui *baby-sitter*, fiz trabalhos de datilografia de madrugada em uma máquina barulhenta e trabalhei como intérprete para empresários do Brasil que iam para lá. Depois de um ano, ganhei uma bolsa, por causa do bom desempenho, para o trimestre seguinte. Terminei o bacharelado em dois anos e meio – normalmente demora quatro anos – com bolsa até o final. Estava pensando em que fazer quando a universidade me convidou para fazer o mestrado, com bolsa, dessa vez sem exigir desempenho.

Como foi a volta para o Brasil?

Ao voltar, em 1976, fui à Faculdade de Engenharia de São José dos Campos me oferecendo para dar aulas em cálculo integral e diferencial, pesquisa operacional e estatística. Passei um constrangimento sem precedentes. O diretor disse para mim que não precisava de novos professores e depois convidou meu então marido para lecionar estatística no curso de engenharia. Perguntei para o diretor por que tinha recusado minha oferta e ele explicou que, como mulher, eu não



Uma consequência do fracasso em Madri seria o risco ainda maior de o país sair do Acordo de Paris

teria condições de manter o controle da sala de aula. Seria a primeira professora mulher para aquelas turmas. Para mim, foi uma enorme frustração, mas, na véspera do início das aulas, sem terem encontrado outro professor, me chamaram para assumir as aulas, com um alerta de que só seria efetivada caso conseguisse sobreviver aos alunos, alguns mais velhos do que eu. Não foi fácil, mas fui efetivada como professora e depois eleita diretora da faculdade. Ainda hoje, no hall dos diretores, sou a única mulher. Os tempos talvez não tenham mudado tanto.

O Inpe também era um lugar machista, não?

Em 1982, quando comecei no Inpe, havia poucas mulheres em pesquisa. Márcio Barbosa [diretor de 1988 a 2000], depois de uma consulta aos pesquisadores e tecnologistas, me convidou para assumir a chefia da Divisão de Sensoriamento Remoto do instituto em 1992, logo que retornei do meu doutorado na Inglaterra. Participar do LBA [Experimento em Larga Escala na Biosfera-Atmosfera na Amazônia] e trabalhar com equipes nacionais e internacionais me ajudou muito a entender as complexidades da

Amazônia, as relações do desmatamento e degradação florestal com o clima local e regional, a dinâmica do uso da terra, e a hidrologia. Por ter estado muito próxima ao governo, entendo a importância da ciência na tomada de decisão. O pulo do gato é conseguir fazer a ponte entre a ciência e a política. Me vejo mais dentro desse papel, principalmente com relação à temática do desmatamento, queimadas e mudança do clima.

E agora, quais os planos?

Assim que me aposentei recebi um e-mail com uma chamada para consultores que exigia experiência em inventários nacionais de gases de efeito estufa, conhecimento das decisões da Convenção do Clima e familiaridade com amostragem em campo e análise de dados. Caiu como uma luva e consegui a consultoria para a Coalisão dos Países Detentores de Florestas Tropicais, que tem hoje 53 países-membros. A Coalisão ajuda os países-membros a desenvolver seus inventários nacionais e as submissões para REDD+ [incentivo financeiro para países em desenvolvimento que reduziram as emissões de gases de efeito estufa resultantes do desmatamento e da degradação florestal]. A consultoria deve ajudar a melhorar a qualidade dos inventários para que possam ser utilizados como uma ferramenta para identificar as reduções de emissões e aumento das remoções de gases da atmosfera, particularmente as relacionadas com os compromissos dos países determinados sob o Acordo de Paris.

O que faz, quando sobra tempo?

Chamo os amigos e preparo um *gnocchi* com um molho que eu mesma faço. Adoro ter gente em casa. Tenho de me disciplinar para fazer algo além do trabalho. No fim do ano passado, levei o computador para a casa do meu filho em Caraguatatuba, no litoral paulista, mas não abri. Passei os dias criando desafios matemáticos com meu neto Luca, de 7 anos, que quer ser astrofísico e se interessou em saber como eu resolveria os desafios que ele havia proposto. Ele ficou muito decepcionado por não ter sido aceito no curso de curta duração de astrofísica do Inpe. A outra neta, Ana Luíza, de 17 anos, se prepara para ser veterinária; minha paixão por animais a contaminou. ■



Imagem de satélite das nuvens de fumaça produzidas em 4 de janeiro pelos incêndios no sul da Austrália

AUSTRÁLIA EM CHAMAS

Ano mais quente e seco na história do país provoca incêndios em área 2,5 vezes maior que a das queimadas na Amazônia em 2019

Marcos Pivetta

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/02/2020

A temporada de incêndios florestais na Austrália começou em setembro de 2019, com meses de antecedência, e tem sido uma das mais devastadoras. As porções sul e leste do país, onde ficam as duas maiores cidades do país (Sydney e Melbourne), além da capital Canberra, foram as mais afetadas. Até meados de janeiro, quando dois dias de fortes chuvas levaram algum alívio para setores dos estados de Nova Gales do Sul e de Vitória, os mais atingidos pelas queimadas, cerca de 180 mil quilômetros quadrados (km²) de mata haviam sido consumidos pelas chamas. Mais de 2.600 casas e 6 mil prédios ou instalações foram destruídos e 29 pessoas morreram. Estima-se que 1 bilhão de animais, sem contar os sapos e insetos, tenham sucumbido ao fogo, entre os quais exemplares da singular fauna australiana, como cangurus, coalas e *wallabies*.

A área incinerada na Austrália em 2019 equivale a mais de 2,5 vezes a extensão das queimadas ocorridas no bioma Amazônia em solo brasileiro no ano passado, quando houve uma escalada dos incêndios e do desmatamento na região Norte. Também é superior à porção do Cerrado, bioma brasileiro mais adaptado ao fogo, que ardeu em chamas no ano passado, da ordem de 148 mil km², quase 75% maior

do que a cifra de 2018. Os estragos podem ser ainda maiores no país da Oceania, a depender das condições meteorológicas vigentes nos meses de janeiro e fevereiro, historicamente vistos ali como o auge da estação das queimadas.

Há mais diferenças do que semelhanças entre o fogo de 2019 nas matas da Austrália e na maior floresta tropical do planeta. Ambos liberaram grandes quantidades de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), devido à combustão de biomassa vegetal (árvores, arbustos e gramíneas), na qual estava armazenada uma quantidade significativa de carbono. Nos dois casos, o cenário global de mudanças climáticas, que têm tornado progressivamente grandes porções da Austrália e da Amazônia mais quentes e secas, parece ter criado um pano de fundo que favoreceu a ocorrência e a disseminação de incêndios nos meses de estiagens mais fortes e prolongadas. Mas as similaridades param por aí.

As condições naturais na Austrália em quase nada lembram as da Amazônia. “As situações são distintas. A Amazônia tem um clima chuvoso que torna os incêndios de origem natural, causados geralmente por raios, uma anormalidade”, pondera o climatologista José Marengo, chefe do setor de Pesquisa e Desenvolvimento

do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). “Na Austrália, as queimadas fazem parte do ecossistema e são necessárias para sua regeneração, de forma similar ao que ocorre com o Cerrado no Brasil. Mas, obviamente, não nos níveis anormais que ocorreram no ano passado.” Em termos evolutivos, as plantas que se desenvolveram na Amazônia foram as que estavam adaptadas a ambientes muito úmidos. Na Austrália, se deu o contrário, com a dominância de espécies que crescem em ambientes secos, propícios à ocorrência de incêndios naturais.

Por ser muito úmida, a Amazônia não é palco de grandes incêndios naturais. Mesmo que um raio caia em meio à floresta numa época de seca, a disseminação das queimadas sem a intervenção humana é uma ocorrência remota. A pluviosidade média anual na região Norte é superior a 2 mil milímetros (mm) e em algumas regiões chove muito mais do que isso. “Na Amazônia, as queimadas estão geralmente ligadas à expansão da prática agrícola e à ocupação de terras”, diz o meteorologista Luiz Augusto Machado, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), estudioso do processo de formação de chuva na região. “Difícilmente, uma descarga elétrica vai propagar um incêndio na floresta úmida.” Na Austrália, há relatos de que na atual estação de queimadas raios provocados por nuvens do tipo pirocumulus, que se formam sobre superfícies quentes, como zonas de incêndios florestais ou

de erupções vulcânicas, estariam contribuindo para espalhar e causar novos focos de fogo em áreas secas adjacentes à dos incêndios originais.

Embora haja notícias de que algumas pessoas foram presas por ter iniciado incêndios criminosos, a temporada estendida de queimadas devastadoras na Austrália é vista como decorrente de extremos do clima ocasionados pelo aquecimento global. “Houve incêndios muito grandes no passado, mas eles não eram seguidos de mais incêndios de grandes proporções em um intervalo de tempo de meros 15 anos. Normalmente, há um intervalo de 50 ou 100 anos [entre os grandes incêndios]”, escreveu David Bowman, diretor do Centro de Fogo da Escola de Ciências Naturais da Universidade da Tasmânia, na Austrália, no início de janeiro no site de divulgação científica *The Conversation*. Em fevereiro e março de 2009, houve, por exemplo, grandes incêndios florestais no estado de Vitória que causaram a morte de 179 pessoas e a perda de 4 mil construções. “A ecologia está nos dizendo que o intervalo entre os incêndios está encolhendo. É um grande sinal de alerta. O mundo está se tornando mais quente, seco e com atividade de fogo mais frequente, em consonância com as previsões da modelagem climática”, afirmou Bowman.

FOGO NO EUCALIPTO

Desde os tempos em que os aborígenes dominavam o território australiano, há milhares de anos, o fogo é usado, de forma parcimoniosa, em geral no início da estação seca, para auxiliar na regeneração da vegetação e limpar os terrenos usados

para cultivo. Pequenos incêndios controlados, por exemplo, reduzem a concorrência da vegetação estabelecida e criam canteiros de cinzas adequados para a germinação de novas plantas. Cerca de 75% das florestas da Austrália são formadas por eucaliptos, árvore originária do país cuja história evolutiva é marcada pela estreita relação com ambientes propensos a fogo. Os eucaliptos e algumas plantas da família das Proteaceae têm sistemas subterrâneos robustos, extremamente adaptados para rebrotar rapidamente após a queima dos troncos e dos ramos.

“Há um fogo do bem e um fogo do mal”, comenta a engenheira florestal Giselda Durigan, do Laboratório de Ecologia e Hidrologia do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, estudiosa de processos ecológicos do Cerrado e da Mata Atlântica. “Às vezes, é preciso queimar em benefício dos sistemas adaptados ao fogo.” Durigan ressalta, no entanto, que as queimadas em curso na Austrália se devem a condições climáticas extremas que ultrapassaram em muito as médias históricas que mantinham os ecossistemas em um certo equilíbrio. “É muito difícil controlar incêndios florestais quando há seca prolongada, temperaturas elevadas e ventos fortes”, diz a pesquisadora, que esteve no ano passado no norte da Austrália, antes de os incêndios terem início.

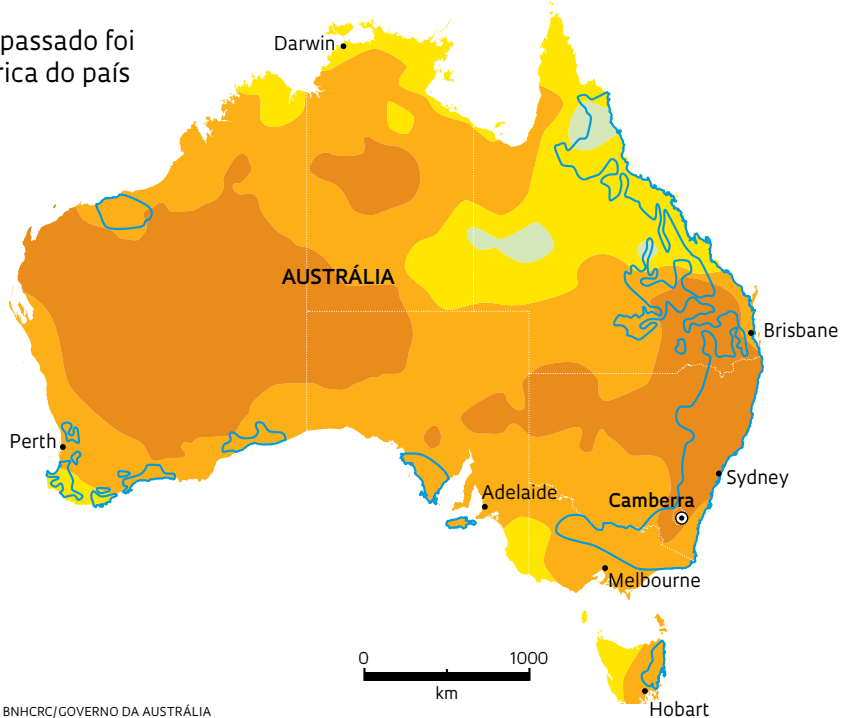
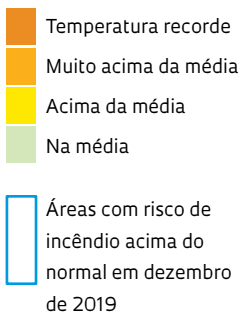
Com exceção da Antártica, a Austrália é o continente com os menores índices de precipitação do planeta. Segundo o Escritório de Meteorologia da Austrália, o ano de 2019 foi o mais seco e o mais quente na antiga colônia penal

Incêndio florestal em novembro de 2019 em Colo Heights, no estado australiano de Nova Gales do Sul: 1 bilhão de animais podem ter morrido em razão do fogo



Calor recorde

A temperatura média no ano passado foi 1,52 °C acima da média histórica do país



FONTES: ESCRITÓRIO DE METEOROLOGIA DA AUSTRÁLIA E BNHCRC/GOVERNO DA AUSTRÁLIA

britânica desde 1900, quando começaram os registros sistemáticos de dados climáticos. Os especialistas associam esses extremos do clima sem precedentes à atual temporada estendida de incêndios na Austrália. Em 2019, choveu, em média, 277 mm, 40% a menos do que a média do período entre 1961 e 1990. Até então, o título de ano mais seco pertencia a 1902, com 314,5 mm de chuva. Em Nova Gales do Sul, onde fica Sydney, a cidade australiana mais populosa, caíram no ano passado apenas 250 mm de água, recorde histórico de seca do estado.

A temperatura média no país foi 1,52 °C acima da marca histórica e a média das máximas ultrapassou em 2 °C a média histórica. “As observações indicam que as condições extremas de clima favoráveis à ocorrência de incêndios florestais devem se tornar mais frequentes no verão e a temporada de queimadas tende a começar mais cedo, principalmente no sul e no leste da Austrália”, afirma a climatologista Lisa Alexander, do Centro de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas da Universidade de Nova Gales do Sul, em Sydney. “Esse agravamento é devido à ação dos seres humanos, mas isso não significa que a variabilidade natural do clima de ano para

ano não tenha desempenhado nenhum papel na atual temporada de incêndios.”

Em termos globais, 2019 foi o segundo ano mais quente no planeta, depois de 2016. Ironicamente, em meio a tanta seca e calor, para algumas partes setentrionais do estado de Queensland, no nordeste no país, o ano de 2019 apresentou chuvas recordes ao longo do ano, basicamente em razão de grandes tempestades registradas entre janeiro e fevereiro do ano passado. Mas boa parte de Queensland sofreu com seca, calor e incêndios ao longo do ano.

Com apenas 25 milhões de habitantes, a Austrália é um país-continente, pouco menor do que o Brasil, cercado por dois oceanos, o Índico a oeste e o Pacífico a leste. Devido a essa posição geográfica, a influência da temperatura das águas oceânicas sobre seu regime de chuvas é grande. Dois fenômenos oceanográficos não periódicos influenciam o clima australiano: o El Niño, que é o aquecimento anormal das águas do Pacífico, e o dipolo do Índico, a diferença entre a temperatura das águas da porção oeste (mais perto da África) e da leste (próxima à Austrália) desse oceano. No ano passado, não houve El Niño, anomalia que afeta também o clima na América do Sul, inclusive no Brasil. Mas o dipolo do Índico, fenômeno

descoberto somente em 1999, apresentou uma das maiores intensidades de fase positiva registradas.

Quando as águas estão mais quentes do lado ocidental do que do oriental, ocorre a chamada fase positiva do dipolo do Índico. Em termos climáticos, esse tipo de fase resulta em menos chuvas no centro e no sul da Austrália, aumentando o risco de incêndios florestais. No passado, a fase positiva foi identificada em maio e persistiu até meados de novembro. Na segunda semana de outubro, as águas superficiais do Índico adjacentes à Austrália estavam 2,15 °C mais frias do que as águas próximas da África, um recorde histórico. Até então, a maior diferença (1,48 °C) havia sido registrada no início de novembro de 2006.

Independentemente das origens dos incêndios australianos, um debate que movimenta o país é o papel do governo federal na prevenção e no combate às queimadas. Cético das mudanças climáticas e de medidas destinadas a tornar a economia mais sustentável, o primeiro-ministro australiano Scott Morrison tem sido alvo de críticas, visto que o país do eucalipto e do canguru é também o maior exportador de carvão do mundo, cuja queima aumenta a emissão de gases do efeito estufa. ■

ESTRATÉGIAS DESCONECTADAS

Auditoria do TCU identifica ausência de articulação entre instituições como um dos responsáveis pelo baixo desempenho do Brasil nos rankings de inovação

Rodrigo de Oliveira Andrade

Ausência de articulação entre instituições e políticas e de uma estratégia de investimentos de longo prazo é um dos principais responsáveis pelo baixo desempenho do Brasil nos rankings internacionais de inovação. Essa é a conclusão de uma auditoria, feita entre junho e dezembro de 2018 e divulgada em maio de 2019 pela Secretaria de Controle Externo do Desenvolvimento Econômico do Tribunal de Contas da União (TCU), acerca das atividades do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e de outros 10 órgãos federais responsáveis pela elaboração de políticas de fomento à inovação no país, entre eles a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O relatório, elaborado por uma equipe de sete auditores do TCU e relatado pela ministra Ana Arraes, atual vice-presidente do tribunal, mostra que, ao longo das últimas duas décadas, o governo federal tentou criar mecanismos para aproximar o setor acadêmico e o mercado e, com isso, estimular a inovação no país. Exemplo desse esforço é a Lei de Inovação, de dezembro de 2004, que se propôs a fomentar a participação de pesquisadores de instituições públicas em projetos de empresas e a criar regras para a comercialização da propriedade intelectual resultante desses empreendimentos. Em novembro de 2005, o governo também sancionou a chamada Lei do Bem na tentativa de incentivar os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) por meio de incentivos fiscais. No entanto, apesar

dessas e de outras estratégias, os resultados das políticas de fomento à inovação no Brasil foram considerados modestos pelo tribunal.

Não é a primeira vez que o TCU avalia políticas de órgãos ligados à área de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no país. Há algum tempo o tribunal audita as atividades de instituições ligadas ao setor. Exemplo de ações de controle envolvem o processo de concessão de marcas e patentes implementado entre 2012 e 2015 pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Em 2011, o tribunal também avaliou ações promovidas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior — atual Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade do Ministério da Economia. Já àquela época identificou alguns problemas envolvendo a atuação do governo em relação à agenda de inovação, como iniciativas pulverizadas, com lacunas e contradições que poderiam comprometer a eficiência do conjunto de estratégias.

A auditoria realizada em 2018 pelo TCU reiterou o diagnóstico anterior, ao menos no que diz respeito às atividades de inovação no Brasil. Ela chama a atenção, por exemplo, para o aumento do volume de recursos para CT&I desde o início dos anos 2000 — o relatório não contempla dados mais recentes no atual contexto de crise de financiamento para a área. Apenas em incentivos fiscais, o investimento em CT&I passou de cerca de R\$ 1 bilhão por ano no início da década de 2000 para mais de R\$ 7 bilhões em 2013, segundo o tribunal, baseado em dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).



Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), os investimentos em P&D também cresceram: de 1,04% para 1,24% no período abordado. O relatório destaca ainda que desde fins dos anos 1990 o país conta com 16 fundos setoriais focados no financiamento de projetos de CT&I em várias áreas.

A criação dos fundos setoriais ajudou a estabelecer um novo padrão de financiamento para o setor. “Trata-se de um mecanismo inovador de fortalecimento do sistema brasileiro de CT&I”, destaca o físico Ildeu de Castro Moreira, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Esses fundos estão vinculados ao chamado Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), e, segundo ele, deveriam ajudar a garantir a estabilidade de recursos para a área e criar um modelo de gestão com a participação de vários segmentos sociais. O relatório do TCU indica que os fundos dispunham de recursos nas décadas passadas — o principal problema era a falta de uma política que orientasse sua aplicação. “Hoje”, explica Moreira, “além da falta de um plano de ação, os recursos do FNDCT estão congelados [colocados na reserva de contingência] em 90% e sendo usados para outras finalidades, como o pagamento da dívida pública, o que caracteriza desvio de finalidade e compromete qualquer estratégia de longo prazo para o setor”. Com isso, apesar dessas e de outras estratégias, os resultados das políticas de fomento à inovação não tiveram o resultado esperado no Brasil.

Segundo auditores do tribunal, o país continua estagnado no cenário internacional quando se trata de inovação. Isso fica claro quando se avalia o desempenho brasileiro no Índice Global de Inovação (GI), publicado anualmente pela Universidade Cornell, nos Estados Unidos, em parceria com o Instituto Europeu de Administração de Empresas, na França, e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, na Suíça. Em 2016 e 2017, o Brasil ocupou a 69ª posição, em uma lista de 127 países. Em 2019, estava na 66ª posição, em um rol de 126 nações.

O principal problema apontado pelos auditores é a pulverização e a falta de orientação das iniciativas federais de incentivo à inovação adotadas nas últimas décadas no país. O TCU identificou ao todo 76 iniciativas federais de fomento à inovação promovidas nos últimos 20 anos; todas levadas a cabo sem que houvesse uma estrutura de coordenação orientada para o longo prazo. Por exemplo, durante o período analisado, o MCTIC lançou três planos de ação e estratégias nacionais diferentes voltados à consolidação de um ecossistema de inovação no Brasil. No entanto, o próprio ministério, segundo o TCU, reconhece que não conseguiu criar mecanismos de articulação capazes de alinhar tais iniciativas. Em outras palavras, o governo brasileiro deu suporte a um grande número de projetos sem conexão uns com os outros nas últimas décadas.

Procurado pela reportagem, o BNDES, citado no relatório do TCU, afirmou por meio de sua assessoria de imprensa que entende a importância da articulação entre as diversas entidades públi-



Audiência pública promovida pelo CCT do Senado para tratar da política nacional de banda larga em 2017

112 Entre 2004 e 2019, o CCT promoveu 13 reuniões plenárias e reuniões das comissões temáticas que integram o conselho

cas e privadas que compõem o ecossistema nacional de inovação. Disse ainda que vem firmando acordos de cooperação com várias instituições de fomento à inovação. “O BNDES por vezes atuou em parceria com a Finep. Exemplo disso envolve o desenvolvimento do Plano Inova Empresa.” O órgão também alegou participar de discussões e da elaboração de políticas públicas de fomento à inovação em conjunto com ministérios e outros órgãos públicos. Já a Finep não quis comentar os resultados do documento.

Segundo o TCU, uma das consequências dessa desorientação estratégica foi a aplicação fragmentada e ineficiente de recursos públicos. Esse cenário agravou-se com a ausência de mecanismos de avaliação dos resultados das iniciativas e também pela inoperância do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT). Criado em 1996, o CCT deveria atuar como um órgão de assessoramento do presidente da República para a formulação e implementação de políticas públicas nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, conforme mostra o relatório do TCU, o CCT há muito sofre com a falta de estrutura e de quadros técnicos, não se reúne regularmente e tampouco é protagonista na proposição de políticas ou prioridades de inovação para o país.

Segundo Ildeu Moreira, as reuniões do CCT da Presidência da República tornaram-se esporádicas a partir de 2012 — ao todo, entre 2004 e 2019, foram promovidas 13 reuniões plenárias e 112 reuniões das comissões temáticas que integram o conselho. “Foram apenas duas durante todo o governo de Michel Temer [2016-2018]”, conta. “Havia uma reunião marcada para novembro do ano passado já no âmbito do atual governo, mas ela foi adiada para uma data ainda a ser definida. Continuamos a insistir sobre a importância dessa reunião e de um CCT atuante.” Ele relata, ainda, que os últimos encontros foram pouco produtivos. “Não havia um esforço do governo em ouvir as sugestões das entidades e setores, debater com profundidade e trabalhar em conjunto na construção de políticas de médio e longo prazo.”

Como lembra o físico Luiz Davidovich, presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC), no Brasil, o conselho nasceu por demanda da comunidade científica, a exemplo de escritórios instalados em outros países do mundo. “O CCT foi criado com o propósito de auxiliar o presidente da República na criação de políticas públicas de CT&I de longo prazo e também para contribuir na articulação entre as políticas de inovação em andamento ou em desenvolvimento”, ele diz. “No entanto”, destaca, “o CCT está longe de ter o protagonismo de outros órgãos de assessoramento científico espalhados pelo mundo”.

A coordenação das políticas e programas de inovação em muitos países está ligada, em grande medida, à atuação de órgãos capazes de exercer influência sobre a agenda de CT&I, vinculados diretamente ao gabinete do presidente ou do primeiro-ministro, explica a economista Fernanda De Negri, do Ipea, estudiosa das dificuldades do Brasil em produzir inovações e se beneficiar delas. “Isso porque esses órgãos conseguem trabalhar na articulação de estratégias de CT&I com empresários, comunidade acadêmica e sociedade.” Os Estados Unidos foram um dos primeiros países a criar uma iniciativa desse tipo para assessorar a Presidência da República, além de atuar na articulação das atividades de CT&I promovidas pelas instituições públicas e coordenar a interlocução com o setor privado. O Reino Unido, que ocupou a 4ª colocação no Índice Global de Inovação de 2018, também conta, desde os anos 1960, com um cientista-chefe, conselheiro pessoal do primeiro-ministro e de seu gabinete para temas de CT&I. Assim como o Reino Unido, a Austrália dispõe de um cientista-chefe, que oferece aconselhamento especializado ao seu primeiro-ministro.

Em fins de 2015, o governo de São Paulo, com base em proposta elaborada pela FAPESP, anunciou a criação de um cargo de cientista-chefe em cada uma das secretarias estaduais. O objetivo era de que eles apontassem as melhores soluções baseadas no conhecimento científico para enfrentar desafios da respectiva pasta (*ver Pesquisa FAPESP nº 236*). Mais recentemente, em setembro de 2019, a Fundação Cearense de Apoio

ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) lançou o programa Cientista-Chefe, com o objetivo de aproximar o meio acadêmico da gestão pública. A ideia é de que equipes de pesquisadores, coordenadas por um cientista, atuem nas secretarias e órgãos estratégicos do governo do estado para trazer soluções científicas e tecnológicas para o aprimoramento de serviços públicos (ver Pesquisa FAPESP nº 274).

No Brasil, explica Davidovich, é o presidente da República, ou um representante por ele indicado, o responsável por convocar as reuniões e formar as comissões temáticas do CCT e, a partir delas, estabelecer projetos nacionais e definir, entre outras coisas, como o orçamento será distribuído de acordo com os objetivos estabelecidos. “O sistema brasileiro é autorizativo, ou seja, o Congresso autoriza o teto do que pode ser gasto pelo governo e pode, em princípio, também remanejar recursos no orçamento enviado pelo governo, mas, na prática, altera muito pouco esse orçamento e a decisão sobre contingenciamento fica com o poder Executivo”, explica. “Desse modo, as políticas de estímulo à CT&I precisam ser muito claras para que os recursos sejam aplicados de modo eficaz. Daí a importância de um plano de CT&I bem fundamentado e articulado pelo Executivo. O CCT, se funcionasse como deveria, poderia ajudar nesse sentido.”

Essa dinâmica é diferente em países como os Estados Unidos. Por lá, os investimentos públicos em C&T são conduzidos com base em análises de cada um dos departamentos – equivalentes aos ministérios no Brasil –, como defesa, energia e saúde. Não existe um ministério de C&T norte-americano; a repartição do orçamento de CT&I naquele país é negociada em comitês setoriais no Congresso, que exerce papel fundamental na destinação dos recursos federais para as diversas

áreas que compõem o setor de CT&I no país (ver Pesquisa FAPESP nº 261). Essas negociações permitem que representantes de diferentes agências defendam seu orçamento no Congresso.

O relatório apresentado pelo TCU aponta alguns entraves para a consolidação de um ecossistema de inovação no Brasil, mas não deve ser tomado como um diagnóstico absoluto. Para De Negri, o documento levanta pontos importantes, mas ela sustenta que o baixo nível de inovação no Brasil é resultado também de outros fatores estruturais que não foram considerados pelo órgão, envolvendo desde a baixa qualidade da educação básica até a falta de um ambiente econômico mais propício à inovação. “Difícilmente essas dificuldades serão superadas com uma política de inovação apenas”, diz. “Sem uma política ampla de CT&I, com prioridades e diretrizes de longo prazo e envolvendo vários setores, as políticas públicas de incentivo à inovação seguirão como uma colcha de retalhos de demandas particulares.”

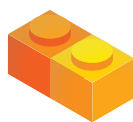
Na sua avaliação, as estratégias para a consolidação de um ecossistema de inovação no Brasil devem abarcar, entre outros pontos, a ampliação e o aprimoramento dos investimentos federais em infraestrutura de pesquisa, a redução dos custos de capital para investimentos em inovação e uma maior integração da economia brasileira às cadeias globais de produção de bens e tecnologias. Não se trata apenas de incentivos, mas da consolidação de um ambiente robusto que estimule a competição e maior acesso a essas tecnologias. “Temos sido os grandes derrotados pelo excessivo fechamento da economia brasileira. Nossa indústria não tem acesso aos bens de capital de última geração produzidos no mundo”, afirma a pesquisadora.

Proposta para a inovação

Política em consulta pública apresenta seis ações para estimular a agenda no Brasil até 2030



ESTÍMULO DAS BASES DE CONHECIMENTO PARA A INOVAÇÃO



DISSEMINAÇÃO DA CULTURA DE INOVAÇÃO E VISÃO EMPREENDEDORA



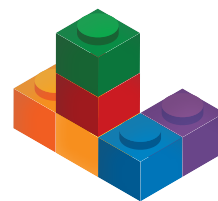
ASSEGURAR FOMENTO À INOVAÇÃO



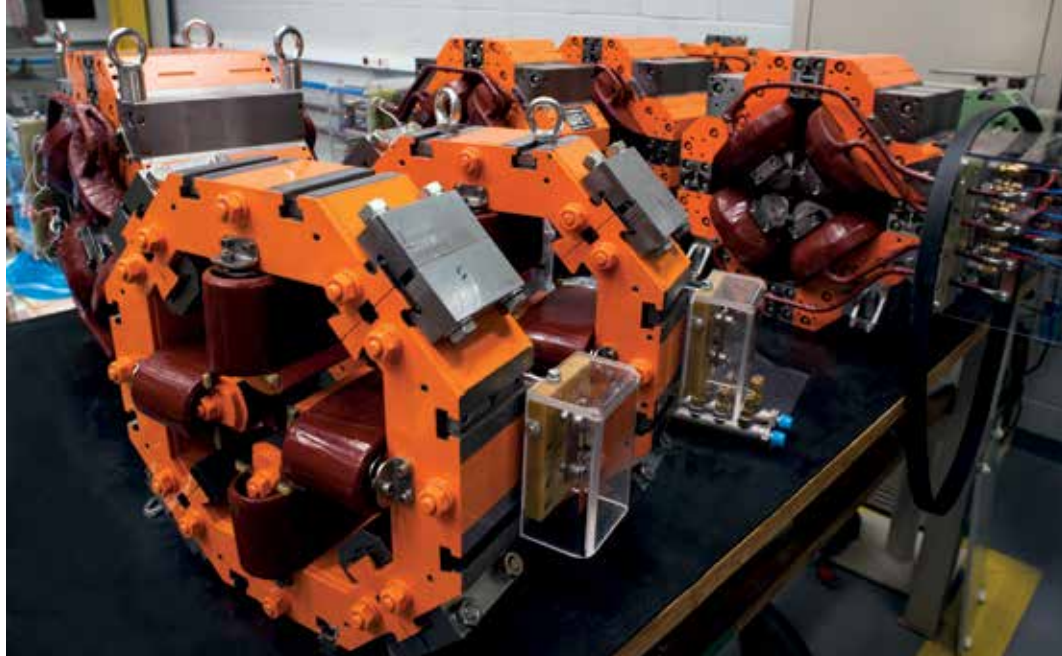
AMPLIAÇÃO DA BASE DE TALENTOS PARA INOVAÇÃO



ESTÍMULO DO DESENVOLVIMENTO DE MERCADOS PARA PRODUTOS E SERVIÇOS INOVADORES



APRIMORAMENTO E DISSEMINAÇÃO DE INSTRUMENTOS JURÍDICOS PARA UM AMBIENTE INOVADOR



Produção de peças da empresa WEG para o síncrotron Sirius mostra como investimentos públicos em CT&I podem estimular a inovação em empresas

“O parecer do TCU, bem como os resultados de outros relatórios sobre os Fundos de Apoio à Pesquisa elaborados pela Comissão de Ciência e Tecnologia, o CCT do Senado Federal, em 2016, é um documento precioso e deveria receber mais atenção”, considera Carlos Américo Pacheco, diretor-presidente do Conselho Técnico Administrativo da FAPESP. “Há avaliações das políticas de CT&I feitas por acadêmicos e pelo Ipea. Mas esses documentos são demasiadamente prisioneiros da questão da falta de recursos. Na comunidade científica e tecnológica, essa tem sido a preocupação central.” De acordo com Pacheco, o que o TCU e a Comissão de Ciência e Tecnologia do Senado mostram é bem mais grave: a fragilidade das políticas públicas, a não definição de prioridades, a diluição de recursos e a falta de avaliação e de coordenação das ações. “Em um certo sentido, a falta de recursos é consequência, e não a causa, desse problema: a ausência de clareza dos objetivos e propósitos da política de CT&I dificulta explicar à sociedade e ao governo a relevância dessas ações. O discurso fica frágil, uma vez que se limita a tratar o investimento em conhecimento e inovação quase como um compromisso moral.”

Para tentar resolver parte dos problemas, o MCTIC abriu em novembro passado para consulta pública uma nova proposta de política nacional de inovação. “O texto foi estruturado em torno de seis diretrizes prioritárias, elaboradas para tentar reorganizar o ecossistema de inovação do país até 2030”, explica Marcelo Barros Gomes, da Subchefia de Análise e Acompanhamento de Políticas Governamentais da Casa Civil da Presidência da República. “A ideia é de que, após o período de consulta pública, essas di-

retrizes se desdobrem em estratégias e planos de ações objetivos, acompanhados de metas e indicadores concretos”, acrescenta. Um dos principais objetivos é estabelecer uma estrutura que procure dar coerência às ações implementadas pelo MCTIC e outros órgãos. “Estamos encarando a inovação como uma política de Estado capaz de articular todos os atores e arranjos institucionais envolvidos com o tema dentro do governo federal”, acrescenta Marcos Cesar Pinto, subchefe adjunto de Política Econômica da Subchefia de Ação Governamental da Casa Civil.

Marcelo Gomes explica que a nova proposta de política de inovação pretende abordar alguns dos pontos avaliados pelo TCU. Uma das ações relacionadas à consolidação das bases de conhecimento para a inovação no Brasil, por exemplo, envolverá justamente a promoção de iniciativas que ajudem a ampliar a infraestrutura de pesquisa no país. “Para que isso aconteça, é preciso assegurar a previsibilidade e a estabilidade dos recursos governamentais com foco nos desafios estratégicos em CT&I definidos.”

A proposta em consulta pública também toma como base estudos promovidos pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), nos quais foram realizadas entrevistas e oficinas com 30 atores do Sistema Nacional de CT&I, entre eles membros do governo e da indústria, representantes de startups, universidades, agências de fomento e centros de pesquisa. “Além disso, desde setembro do ano passado promovemos reuniões e coordenamos grupos de trabalho com representantes desses setores e de outros grupos institucionais em diferentes cidades do Brasil para discutir a elaboração de uma proposta que oriente o planejamento de iniciativas de pesquisa, desenvolvimento e inovação nos próximos anos no país”, informa Gomes. ■

GEOGRAFIA da inovação

Nova metodologia avalia a robustez
dos sistemas de ciência e tecnologia
dos estados brasileiros

Fabrizio Marques

A infraestrutura e a competência para gerar e difundir inovação distribuem-se de forma bastante heterogênea pelo território brasileiro e um retrato dessa desigualdade foi revelado em uma tese de doutorado defendida em outubro pela economista Daniela Scarpa Beneli na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Ela desenvolveu uma metodologia para estabelecer o Indicador Composto Estadual de Inovação (Icei), uma espécie de ranking das unidades da federação baseado na combinação de 17 indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), entre os quais formação de recursos humanos, investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), patentes e exportação de bens intensivos em tecnologia (*ver quadro*). A iniciativa teve como inspiração o Summary Innovation Index, que reúne 27 indicadores para avaliar a capacidade inovativa dos países-membros da União Europeia e monitorar se estão cumprindo as metas para tornar suas economias mais competitivas.

Os resultados do Icei dividem os estados brasileiros em quatro grupos. À frente aparecem São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná, classificados como “líderes” por apresentarem performance

robusta em quase todos os indicadores. Já no segundo pelotão despontam os chamados “seguidores” – Santa Catarina, Rio de Janeiro, Amazonas e Minas Gerais –, com desempenho geral dentro da média nacional ou pouco acima dela. A maioria exibe um comportamento homogêneo nas dimensões avaliadas, com exceção do Amazonas, que é frágil em medidas como formação de mestres e doutores, mas se destaca em quesitos como a existência de empresas industriais inovadoras e exportações intensivas em tecnologia e em conhecimento por conta do Polo Industrial de Manaus, melhor conhecido como Zona Franca de Manaus.

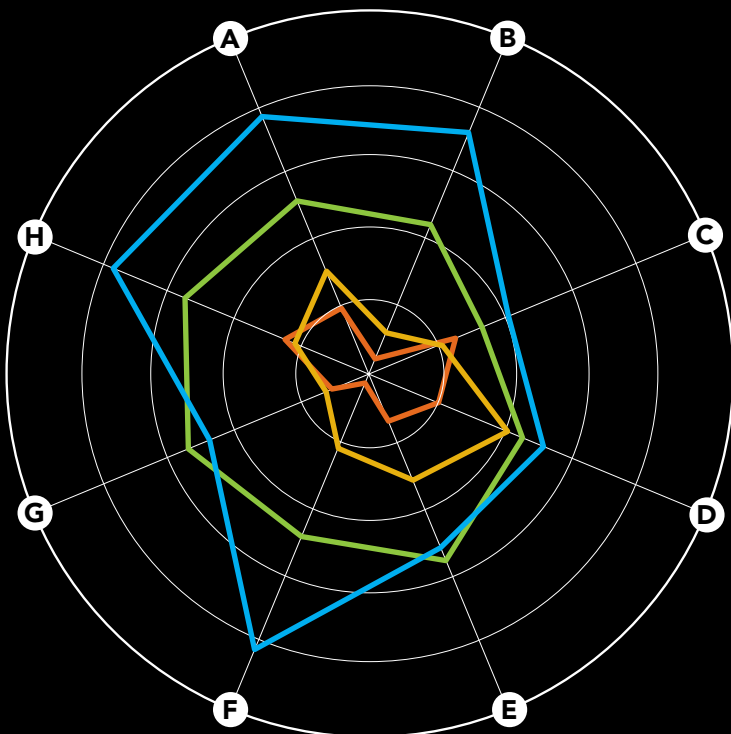
O terceiro grupo, o dos “moderados”, exibe mais fragilidades do que pontos fortes, mas, ainda assim, tem saldo satisfatório em parte dos indicadores. São eles: Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Espírito Santo, Ceará e Mato Grosso. Os demais estados do Norte e do Nordeste compõem o grupo dos “modestos”. Com exceção do Pará, nem sequer foi possível discriminá-los, em razão da escassez de indicadores disponíveis. O Distrito Federal foi excluído no ranking, por se tratar de uma unidade da federação com características excepcionais, cujo desempenho é enviesado pela



Pontos fortes e vulneráveis

No diagrama, o desempenho dos grupos em oito dimensões avaliadas pelo novo indicador

- Líderes
- Seguidores
- Moderados
- Modestos



A COMPOSIÇÃO DO ICEI

- A** Recursos humanos em C&T
 - Novos doutores titulados *per capita*
 - Novos mestres titulados
 - Novos graduados titulados
- B** Excelência do sistema de pesquisa
 - Artigos publicados *per capita*
- C** Dispêndio público estadual em C&T
 - Dispêndio público estadual em P&D como proporção da receita do estado
 - Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita
- D** Dispêndio empresarial em atividades inovativas
 - Dispêndio das indústrias inovadoras em atividades de P&D internos como proporção da receita líquida de vendas
 - Dispêndio das indústrias inovadoras em atividades inovativas que não P&D internos como proporção da receita líquida de vendas
- E** Inovadores
 - Taxa de inovação de produto e/ou de processo
 - Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing
 - Taxa de cooperação
- F** Ativos de propriedade intelectual
 - Patentes depositadas *per capita*
 - Marcas registradas *per capita*
 - Desenhos industriais registrados *per capita*
- G** Ocupações em Ciência, Tecnologia e Inovação
 - Ocupações em CT&I como proporção do total
- H** Exportações intensivas em tecnologia
 - Exportação de bens intensivos em tecnologia como proporção do total exportado
 - Exportação de serviços intensivos em conhecimento como proporção do total exportado

virtual ausência de atividades industriais. “Era previsível que os estados mais ricos aparecessem à frente”, afirma Beneli, hoje professora da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). “Os resultados do Icei contribuíram para mostrar como o desempenho de sistemas inovativos depende de múltiplos atores atuando em diferentes instituições e de uma articulação adequada entre eles.”

São Paulo teve destaque em quase todos os 17 indicadores, mas só aparece em primeiro lugar em quatro deles, relacionados à produção científica de suas universidades com alcance internacional e aos investimentos públicos e privados em P&D. São eles: artigos publicados *per capita*, dispêndio estadual em P&D, dispêndio das empresas inovadoras em P&D internos e exportação de bens intensivos em tecnologia. O pior desempenho do estado foi no quesito “dispêndio estadual em atividades científicas e técnicas correlatas”, relacionado a serviços científicos e tecnológicos prestados por bibliotecas e museus de ciência. Nesse quesito, São Paulo ficou em 16º lugar.

Embara o sistema paulista de pós-graduação seja o maior do país, o Rio Grande do Sul é o líder, em termos relativos, na formação de mestres e doutores – o desempenho não é medido em números absolutos, mas no total de formados *per capita*. “O Rio Grande do Sul teve um desempenho bastante homogêneo e revelou poucos indicadores desfavoráveis, caso do investimento estadual em P&D, bem abaixo da média nacional”, diz Beneli.

Em número de estudantes graduados *per capita* e exportação de serviços intensivos em conhecimento, a liderança coube ao Paraná, que, contudo, teve mau desempenho no quesito “dispêndio das empresas inovadoras nas atividades inovativas”, um dos indicadores relacionados ao esforço de inovação do setor privado. “O resultado do Paraná mostra sua grande força industrial, mas também revela uma deficiência na infraestrutura de universidades e laboratórios públicos de pesquisa, que não estão no mesmo nível da indústria”, afirma o economista André Furtado, pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp e orientador da tese.

Santa Catarina, embora faça parte do segundo pelotão, é líder nacional em três indicadores ligados à proteção da propriedade intelectual: depósitos de patentes e registros de marcas e desenhos industriais, todos quantificados *per capita*. Sede de empresas com tradição no registro de propriedade intelectual, como a Weg e a unidade da Whirlpool em Joinville, o estado ocupa o quinto lugar no ranking nacional no registro de marcas e patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), com uma média de 700 pedidos por ano –

mas se destaca quando o desempenho é medido em relação a sua população de 7 milhões de pessoas. Também aparece na frente em dispêndio estadual em atividades científicas e técnicas correlatas.

Mesmo estados do time dos “moderados” se distinguiram em dimensões específicas. Pernambuco liderou em dispêndios de empresas em atividades inovativa que não P&D internos e ficou em segundo lugar em exportação de bens intensivos em tecnologia, com destaque para produção de carros e polímeros. Mato Grosso do Sul foi o principal destaque em taxa de cooperação. Quase um terço de suas 251 empresas inovadoras declarou ter cooperado com outros atores, como universidades e institutos de pesquisa, maior proporção entre as unidades da federação. Goiás ficou em primeiro lugar em um indicador: 49% de suas 3.941 empresas pesquisadas pela Pesquisa de Inovação (Pintec), do IBGE, declararam ter promovido algum tipo de inovação organizacional ou de marketing, a maior taxa do país em termos relativos.

Já o Amazonas foi o líder em taxa de inovação de produtos e/ou processos de empresas industriais e também em empregos em CT&I como proporção do total de ocupações. A performance é fruto dos investimentos feitos no estado a partir de 1967 com a criação da Zona Franca de Manaus, que, via incentivos fiscais, estabeleceu um parque industrial com cerca de 500 empresas, concentradas nos setores de televisão, informática e motocicletas, que produzem localmente parte dos componentes que utiliza em seus produtos. O desenvolvimento da Zona Franca gerou riqueza de forma acelerada, mas os benefícios não se propagaram por todo o sistema de CT&I. No Icei, o Amazonas apareceu em 13º lugar em indicadores que avaliam condições estruturais, como produção científica e formação de mestres e doutores. Em apresentação feita em setembro na Câmara dos Deputados, o economista Marcio Holland, da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, mostrou resultados de estudo recente sobre os benefícios da Zona Franca na economia do Amazonas. O trabalho aponta dados convergentes com os da tese de Beneli: houve intenso processo de industrialização em Manaus e arredores, que ajudou a impulsionar a renda *per capita* da região e melhorou a escolaridade do pessoal ocupado na indústria. “Mas é preciso criar um programa mais amplo de desenvolvimento na região, focado sobretudo em investimentos em infraestrutura”, afirmou Holland.

Para a economista Sandra Hollanda, que participou da banca de defesa da tese, o caso do Amazonas é o mais peculiar entre as unidades da federação. “O desempenho é muito influenciado pelos incentivos da Lei de Informática e ainda não se vê ali o mesmo transbordamento dos investimentos em formação de mão de obra e infraestrutura para a economia do estado como acontece em São Paulo



Centro de Desenvolvimento de Tecnologia da Moto Honda instalado na Zona Franca de Manaus

ou na região Sul.” Segundo Hollanda, que integra o programa da FAPESP voltado à construção de um sistema de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Estado de São Paulo, indicadores compostos como o Icei têm o mérito de fornecer um retrato amplo de uma realidade complexa. “Isso ajuda a atrair o interesse público e suscitar debates, além de produzir boas perguntas”, diz. “Mas, para formular novas políticas, não basta ter dados gerais ou conhecer a posição relativa dos estados. É necessário mergulhar em dados desagregados a fim de conhecer o problema a fundo.”

Peculiaridades da metodologia adotada explicam resultados surpreendentes. O Espírito Santo ficou em último lugar em um indicador que mede o desempenho de atividades correlatas em C&T, aquelas que incluem investimentos em museus e bibliotecas. Beneli explica que o que se mede ali não é o total do investimento, mas o esforço empreendido pelo estado. Os dispêndios feitos pelo governo federal em cada estado não entram na conta, mesmo porque não há esse dado disponível. “Unidades da federação que se tornam exageradamente dependentes do investimento federal, como o Espírito Santo, saem-se mal no ranking. Mas o dado é significativo porque evidencia que há problemas na governança desses estados na promoção da inovação.” Segundo ela, constatou-se, pela metodologia proposta pelo Icei, que cada estado possui uma composição específica de desempenho nos 17 indicadores e isso confere características próprias e únicas a cada um dos seus sistemas de inovação. “Compreender melhor essas particularidades, apontando forças e fragilidades inerentes a cada um, permite a formulação de políticas públicas mais adequadas”, diz.

A construção do indicador composto assemblhou-se a montar um quebra-cabeças com peças faltando. A principal dificuldade envolveu os dados da Pintec, de onde foram extraídos cinco dos 17 indicadores. Alguns estados do Norte, como

Acre, Roraima e Rondônia, não apresentaram um percentual mínimo de transformação industrial, que é o valor que a indústria agrega à economia, e, por isso, não são discriminados na Pintec. O mesmo aconteceu com os estados de Alagoas, Sergipe e Paraíba. A solução foi calcular os dados desses estados de forma agregada e identificá-los no Icei como “outros estados do Norte” e “outros estados do Nordeste”. Segundo a economista, ao longo da elaboração da tese, o desafio deixou de ser a construção da metodologia ideal e se converteu em compilar dados disponíveis para, a partir deles, fazer o melhor indicador possível. Como a Pintec tem poucos dados sobre inovação no setor de serviços, o Icei restringiu-se ao segmento industrial.

Em outras situações, havia dados com potencial analítico, cujo aproveitamento, contudo, exigiu esforços metodológicos adicionais, ainda não desenvolvidos por órgãos públicos como o Ministério da Economia. “O índice criado pela Comissão Europeia contempla dados sobre a exportação de serviços intensivos em conhecimento. Temos uma base maravilhosa de serviços exportados, com informações a partir de 2014, mas não há no Brasil uma metodologia que defina o que é serviço intensivo em conhecimento. Adotei a metodologia da União Europeia e converti os dados disponíveis usando uma nomenclatura da ONU”, lembra Beneli. Em relação à produção científica dos estados, optou-se por considerar apenas o número de trabalhos publicados, e não seu impacto medido em citações, como faz a União Europeia. “Há estados em que o impacto é pequeno e não seria possível incluí-los no indicador composto”, diz. “É preciso pensar na realidade brasileira. Existem regiões em que ainda há pouco investimento em ciência e só o fato de haver algum volume de publicação já é significativo.” O trabalho para construir a metodologia do Icei produziu um diagnóstico que Beneli pretende ampliar, investigando a origem dos pontos fortes e vulneráveis do sistema regional de inovação em cada estado. ■

OLHOS PARA O MUNDO

Presidente da Academia Tcheca de Ciências fala das estratégias para integrar a ciência no contexto internacional e aproximá-la da indústria

Rodrigo de Oliveira Andrade

Para Zažímalová, cooperação entre São Paulo e República Tcheca tem um potencial que nunca havia sido totalmente explorado

Desde que assumiu a presidência da Academia Tcheca de Ciências (AV ČR), em março de 2017, a bioquímica Eva Zažímalová, de 64 anos, trabalha para internacionalizar a pesquisa produzida no país e estreitar os laços de colaboração com a indústria, sem, no entanto, abrir mão da ciência básica. Para ela, não se pode analisar o papel da ciência apenas pelo prisma do dinheiro investido ou do potencial imediato de aplicação de seus resultados.

Graduada em bioquímica pela Universidade Carolina de Praga, Zažímalová virá a São Paulo em março para participar de um workshop promovido pela FAPESP e a Agência de Tecnologia da República Tcheca (TA ČR). O evento pretende estimular a interação entre instituições e pesquisadores paulistas e do país europeu. Na entrevista a seguir, Zažímalová fala sobre as várias ações da AV ČR para integrar a ciência tcheca no contexto internacional, entre outros temas.

Quais os principais objetivos da AV ČR?

A AV ČR foi criada em 1993. Sua principal missão é promover pesquisas científicas de excelência nas várias áreas do conhecimento. Isso vem sendo feito no âmbito de 54 institutos, todos administrados pela AV ČR, que tem quase 11 mil funcionários, metade deles cientistas. Outra parte essencial da missão da academia é a participação na educação, por meio de programas de mestrado e doutorado ou da docência em algumas das principais instituições de ensino superior do país. Procuramos ainda promover a transferência do conhecimento e das tecnologias produzidas nos nossos institutos para a indústria e a sociedade em geral.

Como avalia o desempenho da academia tcheca na condução de pesquisas em uma variedade tão ampla de áreas?

Por muito tempo a ciência na República Tcheca foi exposta a fortes pressões ideológicas. Ainda assim, ela conseguiu

manter seu potencial criativo e abrir caminhos que permitiram a ela se integrar à comunidade científica internacional. Prova disso é o Prêmio Nobel concedido em 1959 ao químico Jaroslav Heyrovský [1890-1967] ou o reconhecimento internacional do físico Armin Delong [1925-2017], um dos responsáveis pelo desenvolvimento da microscopia eletrônica. Esses sucessos foram seguidos nos anos 1990 pelo químico Antonín Holý [1936-2012], cujas pesquisas ajudaram a aprimorar o tratamento de pessoas com o vírus da Aids e hepatite B. Já a ascensão recente da ciência tcheca se deve em grande medida aos pesquisadores da AV ČR, que obtiveram vultosos recursos do Conselho Europeu de Investigação para pesquisas em várias áreas.

E como é o processo de decisão sobre quais áreas investir?

Fazemos isso por meio da avaliação periódica de nossos institutos. Isso é realizado com a participação de especialistas

internacionais. Primeiro selecionamos os resultados obtidos pelas equipes de pesquisa e os enviamos para a avaliação dos pares. O mesmo é feito em relação aos institutos e seus pesquisadores. Com base nos resultados das avaliações, decidimos como iremos distribuir os recursos para cada instituto, recomendando, quando necessário, mudanças organizacionais desejáveis. O resultado desse esforço se reflete atualmente na qualidade das pesquisas promovidas pela AV ČR. Com apenas 13% do efetivo de cientistas de todas as instituições de pesquisa tchecas, produzimos um terço dos resultados científicos no país.

Como promover o desenvolvimento científico tcheco em nível internacional sem abrir mão das necessidades da sociedade tcheca?

Investimos em várias iniciativas para tentar superar os desafios enfrentados pela sociedade tcheca nos últimos anos. Uma delas é a plataforma Estratégia AV21, lançada em 2015 e por meio da qual abordamos questões socialmente relevantes, como o futuro energético da República Tcheca, a saúde de seus cidadãos, as ameaças naturais e a produção de alimentos para o futuro. Há ainda os AVexes, relatórios científicos elaborados por pesquisadores da AV ČR sobre questões sociais importantes divulgados para membros do Parlamento nacional, dos ministérios do governo e parlamentares tchecos no Parlamento da União Europeia. O primeiro relatório desse tipo focou na questão de big data, o segundo, em qualidade da água potável, mas já produzimos relatórios sobre seca e organismos geneticamente modificados, por exemplo.

A AV ČR tem tradição em promover a colaboração entre a academia e a indústria. Como isso tem sido feito?

Criamos há alguns anos o Conselho de Cooperação da Academia com a Esfera de Negócios e Aplicação. Sua principal missão é identificar as maneiras mais eficientes de se aplicar na prática os resultados de pesquisas feitas na AV ČR. A plataforma Estratégia AV21 também contribui para ampliar os contatos entre essas duas áreas por meio do projeto Laboratórios de Aplicação, cujo objetivo é aproximar nossos institutos de parceiros industriais e apoiar projetos

de colaboração entre a esfera acadêmica e empresarial. Criamos o Centro de Transferência de Tecnologia, que atua na proteção de propriedade intelectual e na coordenação de transferência de conhecimento e tecnologia. Em 2017, iniciamos uma colaboração com o Instituto Fraunhofer, na Alemanha, que tem ampla experiência na comercialização de resultados de pesquisas.

Como a academia se beneficia dessas colaborações?

Por meio da obtenção de recursos financeiros para pesquisas futuras. Exemplo disso envolve as investigações do professor Antonín Holý, a quem me referi anteriormente. Em 2006, a empresa norte-americana Gilead Sciences, em parceria com nosso Instituto de Química Orgânica e Bioquímica, estabeleceu um centro de pesquisa focado no desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de pessoas com Aids e hepatite B. Entre 2007 e 2016, esse instituto contribuiu para o orçamento do Estado com aproximadamente US\$ 100 milhões por meio do pagamento de impostos. Parte desse montante foi depois revertida em recursos para a AV ČR.

Qual sua opinião sobre a importância da pesquisa básica e de se promover o financiamento de projetos motivados pela curiosidade intelectual dos cientistas?

Não podemos analisar o papel da ciência apenas pelo prisma do dinheiro investido ou do potencial imediato de aplicação de seus resultados. Investir em ciência é investir no futuro. A ciência é fundamental para a produção eficiente de bens materiais e para o desenvolvimento sustentável das sociedades, além de exercer forte influência no nível cultural e econômico das comunidades nacionais. Promover cortes no financiamento da pesquisa básica é ter uma visão míope sobre o que é ciência e como ela funciona. A pesquisa básica é uma condição necessária ao desenvolvimento sustentável das sociedades, não apenas em termos de produção de novos conhecimentos e tecnologias, mas também de desenvolvimento de novas ideias. A criação de condições financeiras adequadas para a pesquisa básica, garantindo liberdade na escolha de seus tópicos, é a melhor estratégia para a obtenção de novos co-

nhecimentos qualitativos, para o desenvolvimento tecnológico e prosperidade econômica no longo prazo.

E a promoção da cooperação internacional? Como é feita?

Focamos sobretudo em acordos com organizações parceiras no exterior que envolvam projetos de cooperação científica em áreas específicas. Também trabalhamos na organização de reuniões científicas internacionais para promover o contato entre cientistas da AV ČR e do exterior. A cooperação é realizada na forma de estadias de estudo, projetos de mobilidade e mobilidade-pesquisa combinados, bem como atividades de pesquisa e educação para jovens pesquisadores no exterior. A AV ČR tem hoje 40 acordos de cooperação bilateral com organizações estrangeiras. Queremos estender essa colaboração a outras organizações científicas brasileiras.

A FAPESP assinou acordos de cooperação com a Fundação Tcheca de Ciências e a Agência de Tecnologia da República Tcheca. Quais suas expectativas sobre essas parcerias?

Que esses acordos estimulem a cooperação entre pesquisadores e instituições de ambos os países e facilitem o intercâmbio de informações, habilidades e técnicas em áreas de interesse comum. Essas colaborações têm o potencial de contribuir não apenas para o desenvolvimento desejável de campos científicos específicos, mas também devem aumentar o prestígio e a competitividade científica das instituições de ambos os países.

Quais áreas podem se beneficiar mais desses acordos?

A ciência tcheca tradicionalmente se destaca em áreas como matemática, física, engenharia de instrumentos científicos, química orgânica e bioquímica. Vejo espaço para fortalecer a cooperação científica entre nossos países nessas áreas, embora outras também possam se beneficiar. No entanto, outro grande campo que também pode se beneficiar envolve pesquisa sobre mudanças climáticas e meio ambiente em geral. Temos muito a oferecer aos nossos parceiros em São Paulo. A cooperação entre nossas instituições científicas tem um potencial que nunca havia sido totalmente explorado antes. ■

FORMIGAS POLINIZADORAS



A espécie *Camponotus crassus* é a principal responsável pela fecundação de um tipo de sempre-viva do Cerrado mineiro

Eduardo Geraque



Experimentos realizados por biólogos brasileiros e mexicanos indicam que formigas podem atuar como polinizadoras importantes de um tipo de planta do Cerrado. Trabalhos de campo realizados no sul de Minas Gerais sinalizam que esses insetos terrestres, quase nunca associados a essa função ecológica, podem prestar um serviço vital para a reprodução de uma espécie de sempre-viva típica desse bioma. Formigas da espécie *Camponotus crassus*, popularmente conhecidas como sarassarás, foram as principais visitantes das flores de *Paepalanthus lundii*, superando abelhas -sem-ferrão e moscas que também polinizaram a sempre-viva, de acordo com estudo publicado em junho do ano passado na revista científica *Annals of Botany*. “Os resultados sugerem que a formiga é o polinizador mais eficaz, mas não exclusivo, dessa planta na área de Cerrado que estudamos”, comenta o ecólogo Kleber Del-Claro, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), principal autor do trabalho.

Observações periódicas realizadas ao longo de um mês e meio em uma estação ecológica de Uberlândia registraram que 43% das visitas às flores de 35 exemplares de sempre-vivas foram feitas pelas sarassarás. Em seguida, figuraram as abelhas do gênero *Melipona*, responsáveis por pouco mais de 10% das passagens pelas flores, e moscas do gênero *Muscidae*, com 9,5%. As demais visitas foram feitas por moscas, abelhas e formigas de outros gêneros, além de percevejos, besouros e escaravelhos. Cada planta analisada durante o experimento foi polinizada, em média,

por 3,28 formigas *Camponotus crassus*. No caso das moscas *Muscidae*, das abelhas *Melipona* e de outras espécies de formigas, como *Pseudomyrmex gracilis* e *Crematogaster erecta*, foi registrada, em média, 1,3 visita por planta.

O trabalho de campo ainda revelou que uma mesma formiga podia escalar mais de uma inflorescência de uma mesma sempre-viva ou até de plantas diferentes em menos de 30 minutos. Esse comportamento fazia com que os grãos de pólen ficassem aderidos à sua cabeça, tórax ventral e antenas, processo fundamental para que a polinização ocorresse. A interação entre as plantas e as formigas se dá em um hábitat árido. As sempre-vivas estudadas são baixas, com inflorescências próximas ao nível do solo e brotam em grupos. A frutificação ocorre em um período curto, algumas semanas depois das visitas dos polinizadores.

Apesar de serem conhecidas diferentes formas de interações benéficas entre plantas e formigas, a polinização raramente figura como uma delas. Esse papel usualmente é associado a abelhas, moscas, morcegos, aves e até ao vento. Um estudo de 2009 de pesquisadores espanhóis sugere que formigas são o principal agente polinizador de cerca de 50 espécies de plantas do Mediterrâneo. Mas esse tipo de trabalho é uma exceção. Del-Claro resolveu pesquisar o tema durante a visita de uma colega do México em setembro de 2014. A estadia em Uberlândia de Dulce Rodrigues-Morales, então aluna de mestrado do Instituto Nacional de Ecologia do México, seria curta, de cerca de um mês e meio, e ela planejava estudar as interações entre aranhas e plantas com flores.

Formiga sarassará visita sempre-viva da espécie *Paepalanthus lundii* em parque de Uberlândia (MG)

Como foram feitos os experimentos

Pesquisadores observaram quais insetos polinizaram a planta *Paepalanthus lundii* em quatro cenários diferentes

No grupo de controle, a sempre-viva ficava exposta sem nenhum tipo de proteção e podia ser polinizada tanto por insetos de solo como pelos que voam. No segundo cenário, a planta era revestida por um saco que bloqueava o acesso terrestre das formigas e aéreo das abelhas e moscas. Na terceira situação, a espécie vegetal era coberta por um tipo de véu, que a impedia de ser fecundada por insetos que voam, mas não pelas formigas.

No quarto cenário, foi feito o contrário. Um plástico em formato circular foi instalado no solo em volta da planta, até uma altura de 10 centímetros. Dessa forma, as formigas não conseguiam subir na sempre-viva, mas a via aérea permanecia desobstruída para o eventual acesso de abelhas e moscas. Nos finais dos experimentos, foi constatado que as formigas sarassarás foram o principal agente polinizador da sempre-viva, sendo responsáveis por mais de 40% das visitas às plantas.



Mas um longo incêndio destruiu parte do campo de trabalho onde o estudo original seria feito e o planejamento inicial teve de ser abandonado.

Alguns dias depois, ainda em setembro, a temporada de chuvas começou, como é normal no Triângulo Mineiro durante a primavera. Grande conhecedor da área por frequentá-la há quase 30 anos, Del-Claro sabia o que ocorreria nos dias seguintes.

“Depois do fogo e com a chegada da chuva, as plantas que estão entre as veredas e o Cerrado, na área de transição, costumam se regenerar e ficar todas floridas”, conta o pesquisador da UFU. “Como sempre observei muitas formigas na região e o fogo costuma afugentar as abelhas, me perguntei se as formigas não seriam as grandes responsáveis pela polinização.”

A indagação virou a nova hipótese de trabalho de Rodrigues-Morales, que, ao lado de Del-Claro, se debruçou sobre o assunto. Eles conceberam situações de campo para testar a possibilidade de as formigas serem úteis para a fecundação das plantas. “A montagem dos experimentos foi simples, mas seus resultados foram robustos e conseguimos mostrar que, depois de um evento de fogo, as formigas desempenhavam um importante serviço de polinização”, explica Rodrigues-Morales, atualmente professora da Universidad Veracruzana, no México.

No estudo de campo, foram contemplados quatro cenários. No primeiro, o do grupo controle, exemplares de sempre-vivas ficaram totalmente

expostas para serem polinizadas por formigas, que vêm pelo solo e sobem no vegetal, ou por abelhas, que vão atrás do néctar pelo ar. No segundo, as plantas foram totalmente ensacadas, medida que bloqueava os acessos terrestre (das formigas) e aéreo (das abelhas e moscas) às sempre-vivas. No terceiro experimento, os vegetais foram cobertos com uma espécie de cabana. Dessa forma, visitantes aéreos não tinham como se aproximar das plantas. Mas, como o véu não bloqueava o contato com o solo, as formigas podiam passar e escalar as sempre-vivas. Na quarta situação, foi feito o contrário. Um plástico em formato circular foi instalado no solo em volta das plantas, até uma altura de 10 centímetros. Assim, as formigas não conseguiam subir nos vegetais, mas a via aérea permanecia desobstruída para o eventual acesso de abelhas e moscas. Após um mês de trabalho de campo, em que as 35 plantas foram observadas duas vezes ao dia (uma pela manhã, outra à tarde), os resultados mostraram que a hipótese de Del-Claro estava correta.

“A aparente simplicidade dos experimentos representa, na verdade, uma intensa depuração”, comenta o entomólogo Carlos Roberto Ferreira Brandão, professor do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP), atualmente diretor do Museu de Arte Contemporânea da instituição. “As situações experimentais a que foram submetidas plantas e insetos geraram resultados muito indicativos, que embasam com segurança as conclusões do trabalho.” Para o pesquisador da USP, especialista em formigas, estudos como os feitos em Uberlândia abrem ca-



2



3



4

minho para novas investigações. “Comparativamente a outros organismos, as formigas não são consideradas agentes polinizadores relevantes. Esse estudo mostra que elas podem ter um papel mais importante do que se reconhece. Formigas mantêm relações com plantas. Elas as protegem de herbívoros e, em troca, alimentam-se de substâncias produzidas pelas glândulas dos vegetais”, afirma Brandão. Não se conhece outra função para essas substâncias que servem de alimento para os insetos, segundo ele.

Também não há registros de que as plantas apresentem estruturas cuja função principal seria a de atrair as formigas para polinizá-las, adaptação que ocorre no caso de algumas espécies vegetais visitadas por abelhas, moscas e outros agentes polinizadores. “Isso não significa que as formigas não possam desempenhar esse papel, mas que elas talvez não sejam tão importantes quanto outros organismos para essa função”, afirma o entomólogo da USP.

Quatro razões costumam ser apontadas para explicar a pouca ou nenhuma importância normalmente atribuída às formigas como agentes de polinização. A primeira teria a ver com seu tamanho corporal, normalmente menor do que as estruturas florais, o que dificultaria a transferência do pólen para as plantas. Um segundo motivo seria o comportamento de autolimpeza das formigas, que acabaria por retirar o pólen do seu corpo. O terceiro seria o deslocamento limitado que esses insetos terrestres apresentam, sobretudo quando comparado ao de abelhas, mos-

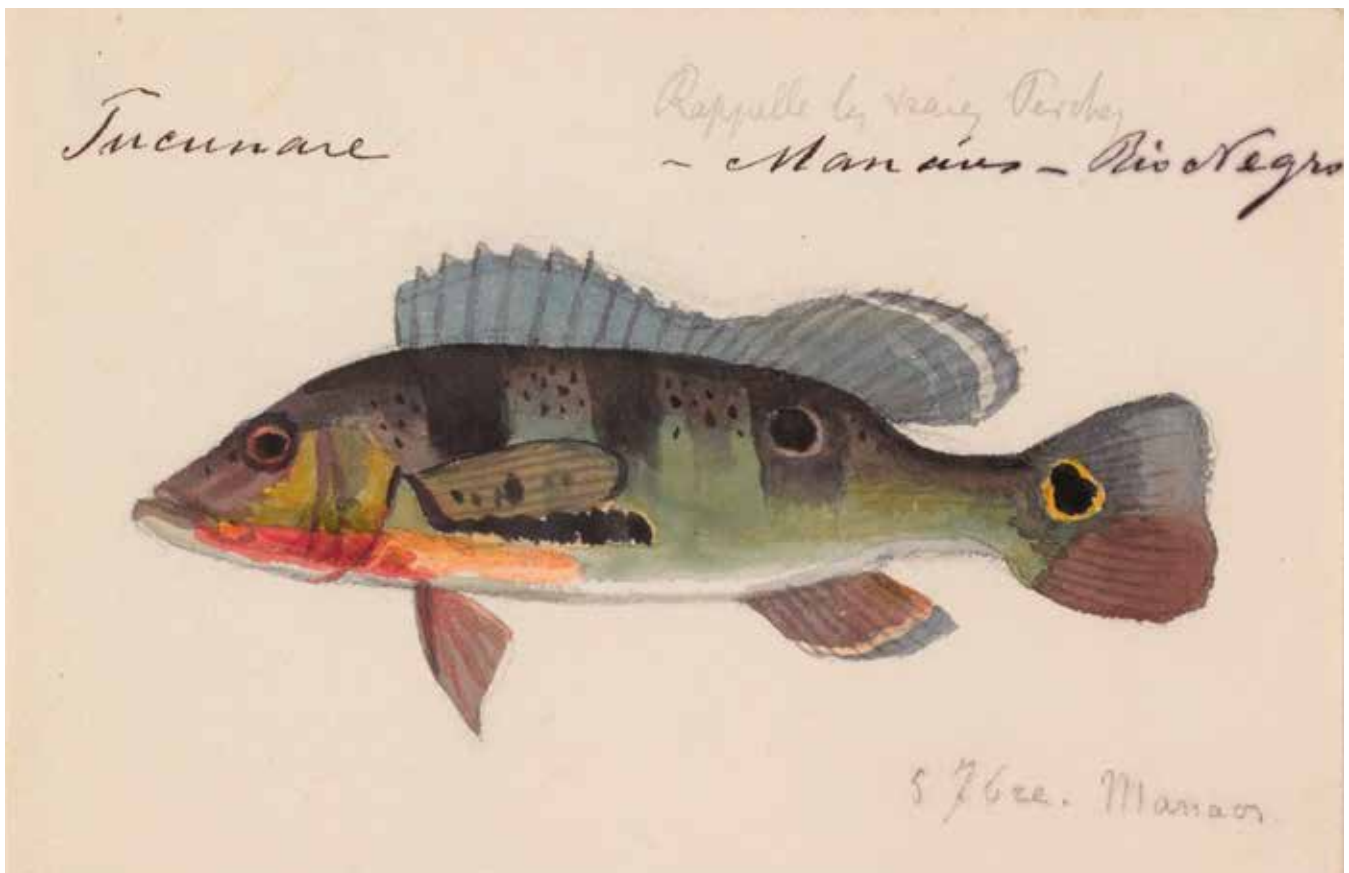
cas ou aves. Por fim, figura a chamada hipótese do antibiótico. “As formigas que têm a glândula metapleurar produzem uma substância contra o ataque de fungos e bactérias que se espalha pelo seu corpo e que pode também afetar a viabilidade do pólen”, explica Del-Claro.

As sarassarás de Uberlândia, no entanto, parecem contornar esses empecilhos sem maiores problemas. Extremamente abundantes no Cerrado mineiro, seu tamanho, de cerca de 2 centímetros, permite o contato com todas as estruturas florais. O estudo das formigas em seus ninhos, que ficam no solo, também mostrou que o pólen permanecia aderido ao corpo dos insetos. A autolimpeza, portanto, não é suficiente para evitar que elas transportem o pólen entre as flores das sempre-vivas. Por fim, as formigas da espécie *Camponotus crassus* não apresentam a glândula metapleurar, ou seja, não produzem substâncias tóxicas ao pólen. Os resultados obtidos no estudo realizado no Cerrado mineiro serviram de estímulo para os pesquisadores continuarem estudando o papel negligenciado das formigas na polinização das plantas, especialmente em ambientes áridos. “Vamos replicar no México o experimento feito no Brasil com alguma espécie de planta da família das Eriocaulaceae [a mesma da sempre-viva de Uberlândia]”, diz Rodrigues-Morales. ■

Artigo científico

DEL-CLARO, K. *et al.* Ant pollination of *Paepalanthus lundii* (Eriocaulaceae) in Brazilian savanna. *Annals of Botany*. v. 123, nº 7, p. 1159–65. 4 jun. 2019.

O RESGATE DAS AQUARELAS



Tucunaré

Livro reúne mais de 500 desenhos “perdidos” de peixes brasileiros feitos durante expedição no século XIX

Na virada de 1865 para 1866, o artista suíço Jacques Burkhardt (1808-1867), já doente, ficou em uma casa simples às margens do rio Amazonas na cidade amazonense de Tefé, distante pouco mais de 500 quilômetros de Manaus. A parada na cidade amazonense foi uma das principais etapas da expedição Thayer, patrocinada pela iniciativa privada para que o naturalista Louis Agassiz (1807-1873), também suíço e amigo de dom Pedro II (1825-1891), tentasse atingir dois objetivos por meio de uma viagem inédita por grande parte do Brasil. O primeiro, o de derrubar a teoria da evolução de Charles Darwin (1809-1882), então em consolidação, não foi alcançado. O segundo, o de estudar os peixes brasileiros, gerou uma coleção de dados gigantesca. Por volta de 80 mil espécimes da fauna brasileira, a maioria de peixes, foram levados para o Museu de Zoologia Comparada de Harvard, nos Estados Unidos, do qual o naturalista foi o fundador.

Um incrível subproduto da expedição Thayer, um conjunto de aquarelas de peixes marinhos e de água doce elaboradas por Burkhardt, pode ser apreciado agora, pela primeira vez, em uma obra impressa, o livro *Peixes do Brasil: Aquarela de Jacques Burkhardt 1865-1866*. Editado em 2019 pela Edusp, o título foi organizado por dois especialistas em peixes do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP), Heraldo Britski e José Lima Figueiredo. Um terço dos 521 desenhos apresentados na obra, com detalhes, foi executado no casebre de Tefé. “Agassiz disse que foram feitos 1.100 desenhos de peixes durante a expedição. Espero que o livro possa contribuir para o aparecimento de mais aquarelas”, comenta Britski. “Não sabemos se as outras se perderam totalmente ou se ainda estão com alguém ou em algum lugar.”

A expedição, que havia deixado os Estados Unidos em 1º de abril de 1865, demorou 23 dias para desembarcar no Rio de



Pirará



Acará-bandeira

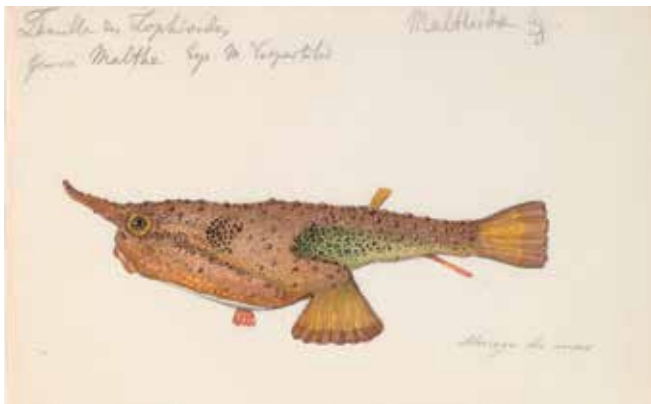


Papagaio

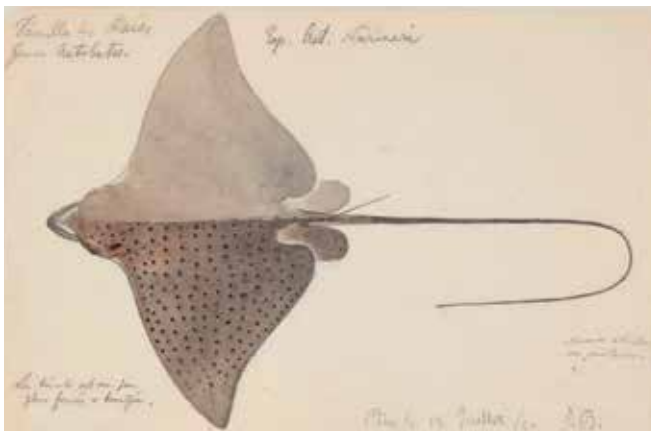
Ilustrador suíço produziu 1.100 aquarelas de peixes brasileiros, mas o paradeiro de cerca de metade dos desenhos é ignorado



Burckhardt desenhava até 20 peixes por dia durante a expedição Thayer



Morcego-do-mar



Arraia-chita



Cavala

Janeiro. Várias equipes foram organizadas para explorações simultâneas das áreas a serem estudadas. O grupo principal, organizado por Agassiz, do qual fazia parte o ilustrador, excursionou por várias localidades na bacia do Paraíba e coletou peixes marinhos na baía da foz do mesmo rio. A equipe, então, rumou ao Norte de navio. Depois de Salvador, Maceió, Recife, Fortaleza e São Luís, chegou a Belém e subiu o rio Amazonas até Tabatinga, no estado do Amazonas. Na volta, na descida do grande rio, os expedicionários ficaram por mais tempo em Tefé, de onde seguiram para Manaus para promover curtas incursões na região do rio Negro. Em seguida, passaram novamente por Belém, pararam em Fortaleza para uma última expedição ao interior do Ceará e voltaram ao Rio de Janeiro. No fim de março de 1866, partiram para os Estados Unidos.

Segundo os organizadores do livro, pouco se sabe sobre a vida de Burckhardt antes de ele ter se tornado amigo de Agassiz e mudar para o estado norte-americano de Massachusetts para ser desenhista particular do naturalista. No Brasil, durante a expedição, o artista trabalhou arduamente, segundo os registros de Agassiz. “Seja em Tefé, em um armazém na rua Direita, no centro do Rio, onde todo o material ficou armazenado, ou no tombadilho do vapor Icamiaba, viajando pelo Amazonas”, escreveu o naturalista. Uma vez coletados, os peixes chegavam a ele rapidamente para que fizesse as aquarelas, consideradas esboços dos desenhos que seriam melhorados, depois, nos Estados Unidos. Alguns exemplares ficavam em um aquário, para que as cores não se perdessem. Em uma das cartas de Agassiz, relatada no livro, percebe-se o grande esforço de Burckhardt, que chegava a desenhar 20 peixes por

dia, em um tempo em que a fotografia ainda era incipiente e em branco e preto. No Brasil, o artista produziu mais de 800 aquarelas de peixes – no total foram 2 mil imagens. Além de outros animais, ele também fez desenhos de paisagens, várias delas, por exemplo, às margens do Amazonas.

O fato de nem todas as ilustrações terem resistido a um intervalo de mais de 150 anos é resultado de sua história conturbada desde a volta da expedição para os Estados Unidos. Burkhardt chegou a mexer nos originais logo após a viagem, mas morreu antes de terminar o trabalho. “Burkhardt, meu amigo e companheiro de 20 anos, faleceu 10 meses depois de nossa volta, em consequência de uma doença que o clima ardente do Brasil não havia causado, pois ela datava já de vários anos, mas sem dúvida agravara. Meus conselhos de nada valeram contra o seu obstinado desejo de vir conosco, ainda que uma viagem dessa natureza só lhe pudesse ser fatal”, escreve o naturalista em uma carta. Agassiz convidou outros ictiólogos para estudar o material, mas até a sua morte, em 1873, as aquarelas não tinham sido publicadas. Parte da coleção foi para Viena, levada pelo zoólogo austríaco Franz Steindachner (1834-1919). Muitos estudos foram feitos e publicados com os espécimes amazônicos no fim do século XIX. Entretanto, segundo os organizadores do livro, por algum motivo desconhecido, as aquarelas nunca foram usadas para ilustrar esses trabalhos.

O rico material que permaneceu nos Estados Unidos ficou depositado no Museu de Zoologia Comparada por mais de 60 anos. Em 1940, o diretor da instituição enviou as aquarelas para um famoso ictiólogo da Universidade Stanford, George Myers (1905-1985). O bilhete era direto: “Talvez você encontre algum uso para elas. Se não, suponho que mesmo na Califórnia você às vezes tem fogo na sua lareira”. Quando esteve no Rio de Janeiro para ministrar palestras, entre 1942 e 1944, durante a Segunda Guerra Mundial, Myers trouxe algumas aquarelas e as expôs em suas falas. Todos os desenhos, segundo um dos artigos do pesquisador, foram depositados no Museu Nacional, no Rio de Janeiro. Mas nunca mais foram achados na instituição fluminense. Em 1971, a parte da coleção das aquarelas que havia ficado na Califórnia também desapareceu, contam os organizadores no livro. Myers morreu em 1985 sem, aparentemente, ter reencontrado os desenhos.

Eles reapareceram, de forma misteriosa, alguns anos depois no Museu de Zoologia Comparada. Em boas condições, suas folhas foram digitalizadas e podem, agora, ser consultadas na internet. As aquarelas de mais de 500 peixes brasileiros agora podem também ser apreciadas no título editado pela Edusp. “Burkhardt desenhou alguns peixes da Amazônia, como o acará bandeira, que são muito cobiçados pelos aquaristas atualmente”, comenta Britski. Ao longo dos últimos anos, várias obras, principalmente no Brasil, como livros de Ana Maria Belluzzo e Paulo Vanzolini (1924-2013), foram ilustradas com algumas das figuras de Burkhardt. Mas nenhuma delas reuniu tantos desenhos do ilustrador suíço. ■

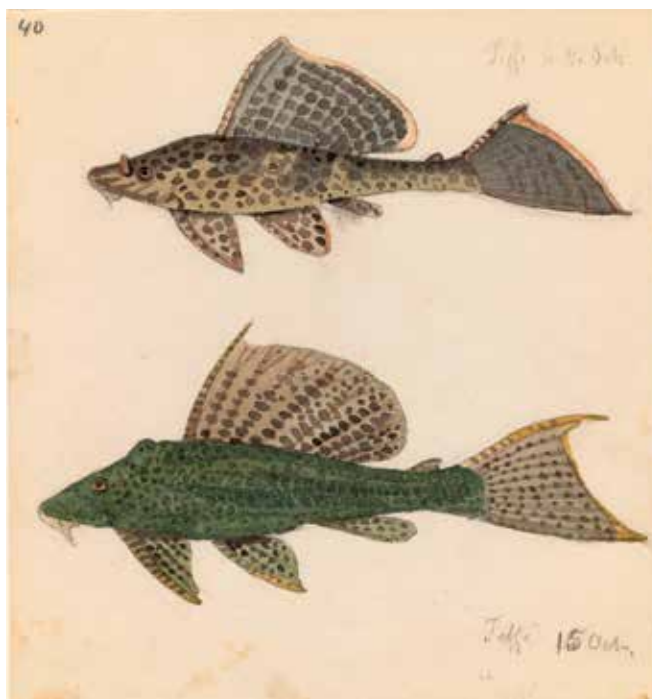
Eduardo Geraque



Badejo-pintado



Cará



Cascudo-vela-leopardo



OS ÚLTIMOS TUPINIQUIM

Indígenas do Espírito Santo são da etnia que chegou ao litoral há 1,2 mil anos e encontrou os colonizadores na época do Descobrimento

Ricardo Zorzetto



Espalhados por 18 mil hectares de terras indígenas, 2.500 indivíduos da etnia, como os acima, vivem no município capixaba de Aracruz

Localizado a 80 quilômetros ao norte de Vitória, capital do Espírito Santo, o município de Aracruz abriga cerca de 2.500 indivíduos em três terras indígenas distribuídas por uma área de 18 mil hectares, equivalente a pouco mais de um décimo da cidade de São Paulo. A maior parte deles (cerca de 95%) declara pertencer à etnia Tupiniquim, a mesma que recebeu os navegadores portugueses em 1500 e depois foi dizimada a ponto de desaparecer dos registros históricos e demográficos oficiais por quase um século.

Uma análise genética publicada em janeiro na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* confirma o que o relato desse povo já sugeria: os Tupiniquim, de fato, nunca foram extintos, embora a redução de sua população original os tenha levado a se miscigenar com descendentes de europeus e africanos. A validação biológica de que esses indígenas de Aracruz são Tupiniquim os torna, ao lado dos Tupinambá, da Bahia, e dos Potiguara, da Paraíba, os únicos representantes vivos dos povos tupis que habitavam o litoral quando os europeus aportaram nas terras do futuro Brasil. A reafirmação de que essa etnia do Espírito Santo é originária do litoral permitiu que seu DNA fosse usado para reconstituir como os Tupi, descendentes de grupos do sudoeste da Amazônia, teriam chegado ao litoral por volta de 1,2 mil anos atrás.

Os pesquisadores brasileiros chegaram às conclusões apresentadas no artigo da *PNAS* ao comparar as características genéticas dos Tupiniquim de Aracruz com as de integrantes de outros 14 povos indígenas atuais e extintos das Américas (entre eles, os Guarani-Mbyá, originários do Sul do Brasil, e de etnias da Amazônia, como Wajãpi, Parakanã e Gavião), além de europeus e africanos. O material genético dos Tupiniquim e dos Guarani-Mbyá foi obtido pelos médicos Alexandre da Costa Pereira, do Instituto do Coração da Universidade de São Paulo (InCor-USP), e José Geraldo Mill, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), que há quase 15 anos acompanham a saúde dos integrantes dessas duas etnias. O geneticista Francisco Salzano (1928-2018), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), coletou amostras de sangue dos outros grupos em viagens à Amazônia – ele ainda revisou uma versão preliminar do artigo antes de morrer, em 2018, aos 90 anos.

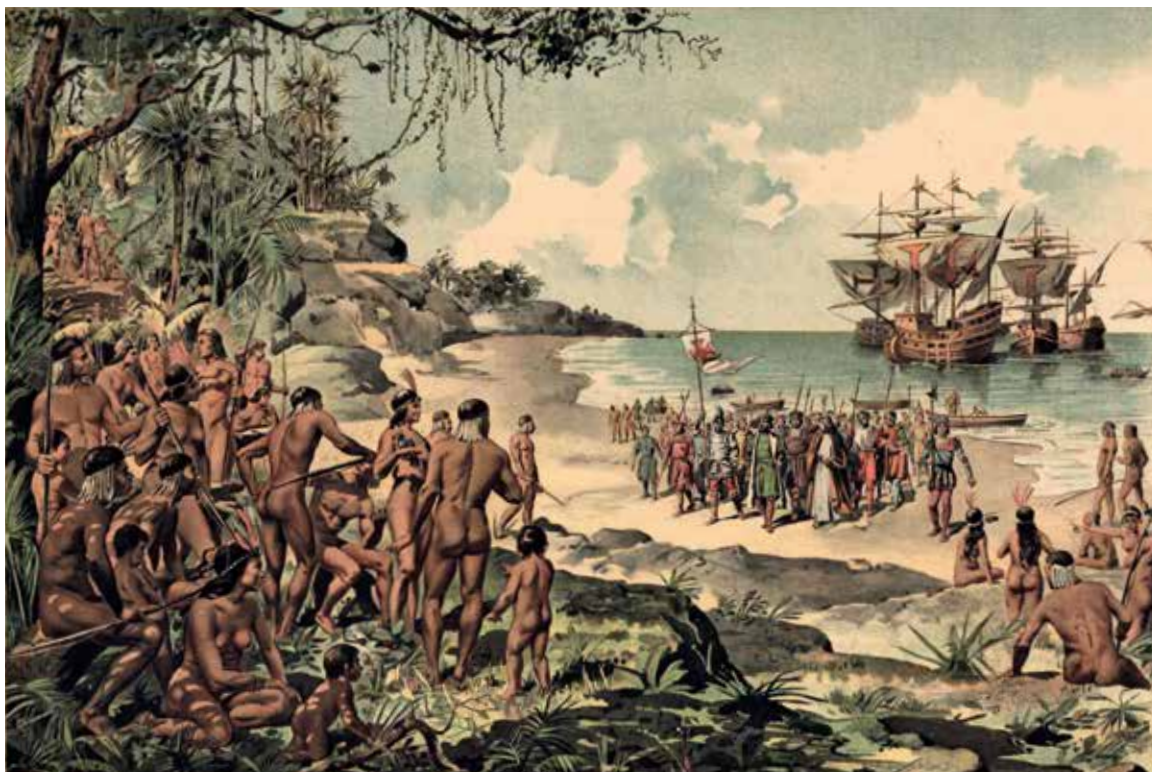
A geneticista Tábita Hünemeier e sua equipe no Instituto de Biociências da USP confrontaram o material genético dos indígenas do Espírito Santo com o de outras etnias brasileiras e verificaram que, em média, 51% do DNA dos Tupiniquim são de origem nativa americana (26% são de origem europeia e 23% africana). Entre os Guarani-Mbyá, que nos anos 1960 migraram do Rio Grande do

Sul para Aracruz, essa proporção do material genético indígena é mais alta. Eles têm, em média, 77,3% de DNA nativo americano, 15,6% europeu e 7,1% africano. Outras três etnias estudadas em detalhe (Wajãpi, Parakanã e Gavião) não guardam sinais de miscigenação com europeus e africanos.

Uma explicação para o grau maior de miscigenação dos Tupiniquim é o colapso populacional que enfrentaram. Quando Pedro Álvares Cabral e suas naus chegaram à região de Porto Seguro, no sul do atual estado da Bahia, em abril de 1500, cerca de 3 milhões de indígenas ocupavam o que hoje é o território brasileiro, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por volta de 900 mil, quase a população de Portugal à época, habitavam o litoral. Os Tupiniquim somavam, então, aproximadamente 90 mil indivíduos, número confirmado agora pelas análises genéticas, e ocupavam um trecho da costa que ia do sul da Bahia a São Paulo. Por volta de 1760, a população Tupiniquim havia diminuído para cerca de 3 mil integrantes e em 1876 era de apenas 55 indivíduos. Hoje há cerca de 2.400 Tupiniquim, situados quase exclusivamente em Aracruz. Eles moram em casas de alvenaria e só falam português. Sua língua original, uma das 41 do tronco linguístico tupi, perdeu-se com a redução populacional e a miscigenação.

“O grau de ancestralidade indígena dos Tupiniquim ainda é muito alto, embora haja indivíduos bastante miscigenados”, conta o geneticista Marcos Araújo Castro e Silva, que realiza doutorado sob orientação de Hünemeier na USP e é o primeiro autor do artigo publicado na *PNAS*. “Mesmo após terem quase desaparecido, eles conseguiram preservar muito de sua ancestralidade nativa americana”, completa a geneticista. Apenas para ser ter um parâmetro de comparação, a ancestralidade nativa americana é, em média, de 7% na população geral brasileira.

Avaliando como as variações genéticas características de cada povo se modificam com o tempo, Silva e Hünemeier identificaram três importantes pulsos de miscigenação dos Tupiniquim. O primeiro, com os europeus, ocorreu há 11 gerações (por volta de 300 anos atrás) e coincidiu com o ciclo econômico da mineração, no início do século XVIII, quando a população de imigrantes europeus no Brasil passou de 300 mil para 3 milhões de pessoas e os indígenas foram escravizados em massa. A segunda grande miscigenação teria acontecido quase um século mais tarde com a intensificação da entrada de escravos africanos após a vinda da família real para o país, em 1808. O último pulso de miscigenação, com europeus e africanos, começou há cinco gerações – no final do século XIX, com a abolição da escravatura e a chegada de novas levas de imigrantes europeus



O desembarque dos portugueses no Brasil ao ser descoberto por Pedro Álvares Cabral em 1500. Desenho de Alfredo Roque Gameiro (1864-1935)

que substituem a mão de obra negra – e continua até os dias atuais.

A porção de DNA nativo americano dos Tupiniquim indica que eles não se misturaram com outros povos indígenas atuais. “O perfil genético deles é diferente do de todos os outros grupos”, relata Hünemeier. Para ela, esse dado confirma que os indígenas que se autodeclararam Tupiniquim são de fato desse grupo étnico. “Mostrar que os Tupiniquim têm uma identidade genética distinta da dos demais povos é importante para que se identifiquem como grupo”, afirma Mill, da Ufes, coautor do estudo.

A análise da semelhança genética entre os Tupiniquim e outros povos indígenas atuais mostrou que eles são mais próximos dos Urubu-Kaapor, do Maranhão, e dos Parakanã, do Pará e Tocantins, povos que falam línguas do tronco tupi do norte do Brasil, do que dos Guarani-Mbyá, também falantes de uma língua tupi, mas do Sul do país – os Tupiniquim e os Guarani-Mbyá compartilham ancestrais comuns, que teriam vivido há cerca de 3 mil anos na Amazônia. Essas informações permitiram aos pesquisadores recriar, com base nos dados genéticos, as rotas que os povos de língua tupi, originários do sudoeste da Amazônia, teriam percorrido quando iniciaram, por volta de 2 mil anos atrás, uma grande dispersão populacional: a chamada expansão tupi. Como resultado dessa expansão, essas populações ancestrais teriam se

deslocado ao menos 4 mil quilômetros e alcançado o litoral por volta do ano 800, substituindo os antigos moradores da costa – indígenas caçadores e coletores que enterravam seus mortos em sambaquis (montes de conchas) e provavelmente integravam grupos falantes de línguas do tronco jê, como os atuais Xavante – e originando povos como os Tupinambá e os Tupiniquim.

Antropólogos e linguistas discutem há décadas por quais caminhos os povos falantes de línguas tupi teriam se espalhado pelo país. De acordo com a hipótese mais antiga, apresentada em 1927 pelo antropólogo suíço-argentino Alfred Métraux (1903-1963) e depois reafirmada por outros grupos, os ancestrais dos povos de língua tupi teriam saído da Amazônia rumo ao sul e se assentado em terras do atual Paraguai, Bolívia, Uruguai e Rio Grande do Sul, onde originaram os Guarani. Mais tarde, seguindo o curso dos afluentes do rio Paraná, teriam chegado ao litoral. Métraux e, depois, outros antropólogos, como o casal norte-americano Betty Meggers (1921-2012) e Clifford Evans (1920-1981), fundamentaram a hipótese em achados arqueológicos, informações linguísticas e dados ambientais de milhares de anos atrás. Há sinais de que a redução nas áreas de floresta, decorrente de mudanças no clima naquela época, teriam forçado os ancestrais dos falantes de línguas tupi, que viviam da caça, pesca e coleta de frutos, a migrar em busca de alimento.

Em meados dos anos 1980, o arqueólogo gaúcho José Proenza Brochado apresentou uma

hipótese diferente. Havia evidências de que os ancestrais dos povos de língua tupi já produziam objetos de cerâmica e praticavam uma forma inicial de agricultura. Com base na evolução da cerâmica de povos atuais, como os Tupinambá, do litoral, e os Guarani, do Sul do país, ambos de ascendência tupi, Brochado propôs que populações ancestrais teriam partido de uma área mais central da Amazônia rumo a noroeste, seguindo o rio Amazonas, e, depois, para o litoral, chegando até o atual estado de São Paulo. Mais tarde, eles teriam deixado a costa e se dirigido para o sul. Outra leva teria saído da Amazônia central direto para o sul, onde originaram os Guarani. De acordo com essa hipótese, o motivo da migração não seria o clima, mas o aumento contínuo da população e a necessidade de novas terras para produzir alimento. Mais tarde teria havido uma migração dos Guarani do Sul do Brasil para o litoral, onde alcançaram o Espírito Santo nos anos 1960.

O estudo da *PNAS* reforça a segunda hipótese. Os dados genéticos sugerem a ocorrência de duas ondas migratórias com origem na mesma região da Amazônia e quase simultâneas. “São informações da biologia corroborando a hipótese de Brochado quase 50 anos mais tarde”, lembra o arqueólogo Eduardo Góes Neves, da USP, que realiza escavações na Amazônia com o objetivo de compreender a expansão tupi. “Dados arqueológicos que obtivemos nos últimos 10 anos favorecem uma explicação mista: o centro de dispersão estaria no sudoeste da Amazônia, como primeiro sugeriu Métraux, mas a separação dos ancestrais dos Tupi da costa e dos Tupi do sul teria ocorrido ainda na Amazônia, como propôs Brochado.”

Para Eduardo Tarazona, geneticista da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que também estuda a ancestralidade dos brasileiros, uma contribuição importante do estudo atual é mostrar que a expansão tupi não foi apenas um fenômeno cultural, em que povos de ancestralidade distinta, por exemplo, falantes de línguas do tronco jê, poderiam ter adotado traços culturais tupis. “Com base nos dados desse trabalho”, conta Tarazona, “é possível afirmar que também foi um fenômeno biológico, provavelmente causado pelo aumento da população”. ■

Projeto

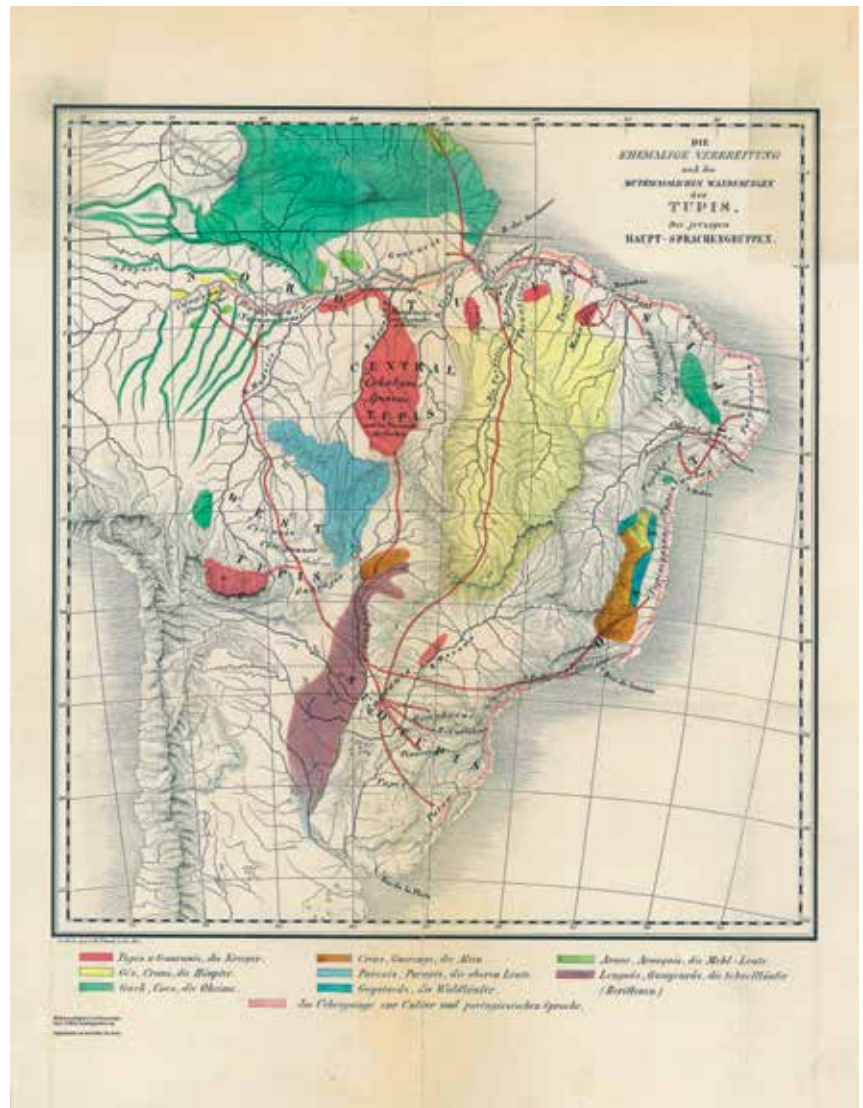
Diversidade genômica dos nativos americanos (nº 15/26875-9); Modalidade Jovem Pesquisador; Pesquisadora responsável Tábata Hünemeier (USP); Investimento R\$ 925.257,17.

Artigo científico

SILVA, M. A. C. et al. Genomic insight into the origins and dispersal of the Brazilian coastal natives. *PNAS*. 13 jan. 2020.

Os Tupiniquim nunca se extinguíram, mas a redução de sua população os levou a se miscigenar com descendentes de europeus e de africanos

Mapa das possíveis rotas de expansão Tupi que integra a obra *Contribuições para os estudos etnográficos e linguísticos da América, especialmente do Brasil*, de 1867, de Carl von Martius (1864-1935)





A ENERGIA DO GERMÂNIO

Novo material poderia aumentar
a durabilidade e a segurança das baterias de lítio

Carlos Fioravanti

Flexível, fino e transparente como o filme plástico usado para envolver frutas antes de guardá-las na geladeira, uma película à base de ácido cítrico e germânio desenvolvida por pesquisadores de São Paulo poderia ser incorporada às baterias recarregáveis de íons de lítio, que fornecem a energia utilizada por telefones celulares, computadores portáteis e carros elétricos, e melhorar seu desempenho. O novo material seria usado para fabricar eletrólitos sólidos que ocupariam o lugar de seus atuais congêneres, feitos com polímeros à base de carbono, que constituem o recheio das baterias e são responsáveis por conduzir a eletricidade entre o eletrodo (ou polo) positivo e o negativo. Segundo os físicos e engenheiros das Universidade Federal do ABC (UFABC), em Santo André, na Grande São Paulo, e do Laboratório Nacional de Nanotecnologia, de Campinas, que criaram o novo material, eletrólitos à base de germânio permitiriam reduzir significativamente o tempo de carregamento e aumentar o de durabilidade das baterias, além de diminuir o seu risco de explosão e de vazamento.

Os pesquisadores ainda não instalaram um eletrólito com germânio em uma bateria recarregável para medir seu desempenho real. Mas compararam suas propriedades com as dos materiais usados nesses dispositivos e obtiveram resultados animadores. A condutividade do eletrólito com germânio foi 10 vezes maior do que a das baterias atuais, um indicativo de que os íons (átomos eletricamente carregados) de lítio se movimentam com uma velocidade 10 vezes maior entre os polos do dispositivo. Nas baterias recarregáveis, a corrente elétrica é gerada quando os íons de lítio se deslocam do polo negativo para o positivo. No processo de recarregamento, o movimento se dá em sentido contrário.

Como detalhado em um artigo publicado em novembro de 2019 na *Journal of Physical and Chemical Letters*, a energia de interação – que indica a capacidade de as cadeias de carbono do eletrólito reter outros elementos químicos – me-

didada no eletrólito com germânio foi de 0,12 elétron-volt (eV). Quanto menor a energia de interação, maior a mobilidade dos íons de lítio nas baterias. “A energia de interação do germânio é a menor obtida mundialmente”, afirma o físico Flávio Leandro de Souza, professor da UFABC e pesquisador do LNNano, um dos autores do trabalho. Segundo ele, o valor médio desse parâmetro nos atuais eletrólitos é de 0,9 eV e nos condutores cristalinos líquidos experimentais de 0,5 eV.

Souza achou a pista desse novo material há 10 anos, quando fazia o doutorado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sob a orientação de Edson Leite. Em uma das etapas da preparação de nanopartículas metálicas com silício para agirem como catalizadores químicos, Souza observou a formação de um material transparente. Substituiu um dos elementos metálicos do catalisador, o níquel, pelo lítio e percebeu que o material se tornava condutor. “Quimicamente, à temperatura ambiente, é um material sólido, com uma propriedade condutora semelhante à do vidro”, diz ele. Mais tarde, sob sua orientação, a engenheira de energia Victória Castagna Ferrari, da UFABC, substituiu o silício por germânio e obteve resultados ainda melhores.

PRÊMIO NOBEL

Em 2019, a importância das baterias de lítio foi reconhecida com o Prêmio Nobel de Química conferido a seus inventores – o físico americano John Goodenough, da Universidade do Texas em Austin, nos Estados Unidos; o químico inglês Michael Stanley Whittingham, da Universidade de Binghamton, no Reino Unido; e o químico japonês Akira Yoshino, da Universidade Meijo, do Japão –, que trabalharam nesses dispositivos desde a década de 1970. Aplicadas em telefones celulares a partir da década de 1990, essas baterias ainda são inflamáveis, quando o celular é esquecido sob o sol por muitas horas seguidas, por exemplo. Há grupos de pesquisa em todo o mundo à procura de materiais que resolvam o problema e aumentem a eficiência desses dispositivos. Em um artigo publicado em outubro

de 2019 na revista *Chemical Communications*, pesquisadores da Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos, descreveram um material polimérico, à base de derivados do ácido acrílico, que também se apresenta como um filme transparente. Se o novo material melhorar as propriedades eletrônicas e mecânicas das baterias, significará menos tempo de carregamento na tomada e menor risco de explosão e vazamento.

A chamada janela de estabilidade eletroquímica – o limite dentro do qual o dispositivo pode funcionar sem degradar – do material da Johns Hopkins é de até 4,1 Volts (V), enquanto a do eletrólito com germânio chega a 5,2 V, ambos acima do desempenho das baterias em uso, de até 3 V. “Quanto maior essa janela, mais estável o material e menor o risco de se decompor ou causar explosões”, comenta o químico Roberto Torresi, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), que não participou do estudo com o germânio. Segundo ele, já estão em desenvolvimento eletrodos de até 5 V. “Para funcionarem sem explodir, porém, esses eletrodos precisam de eletrólitos com 5 V de janela de estabilidade”, acrescenta. Grupos de pesquisa norte-americanos e chineses incorporaram o germânio nos eletrodos para aumentar a eficiência energética das baterias. Em um estudo publicado em fevereiro de 2020 na *Nano Energy*, uma equipe da Universidade Purdue, nos Estados Unidos, descreve um ânodo – o polo negativo – construído com germânio, estrôncio e selênio. ■

Projeto

Interfaces em materiais: Propriedades eletrônicas, magnéticas, estruturais e de transporte (nº 17/02317-2); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Adalberto Fazzio (UFABC); Investimento R\$ 3.789.844,75.

Artigos científicos

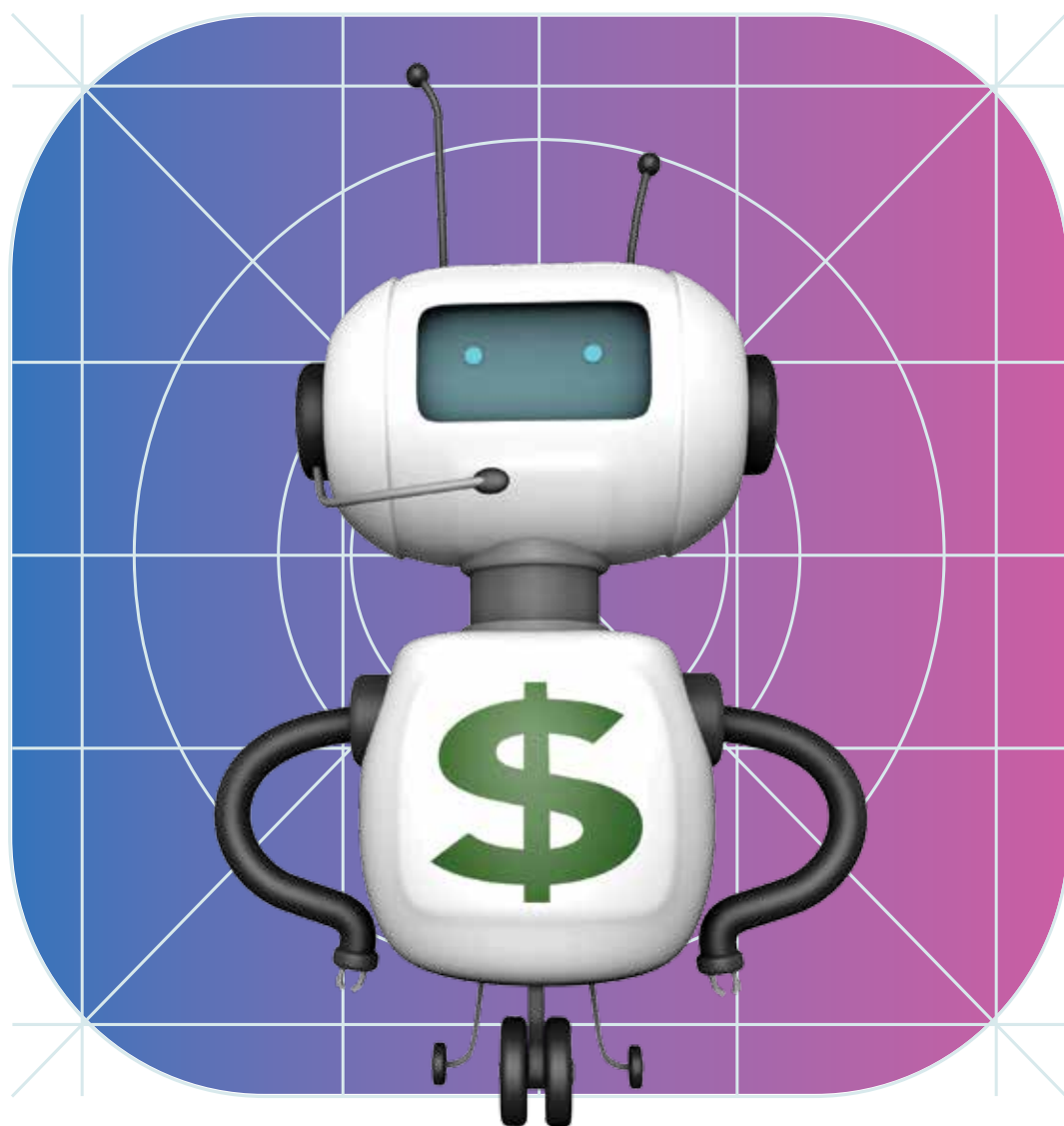
FERRARI, V. C. *et al.* Controlling the activation energy for single-ion diffusion through a hybrid polyelectrolyte matrix by manipulating the central coordinate semimetal atom. *Journal of Physical and Chemical Letters*. v. 10, n. 24, p. 7684-7689. 25 nov. 2019.

RODRIGUEZ, J. R. *et al.* Ge₂Sb₂Se₅ glass as high-capacity promising lithium-ion battery anode. *Nano Energy*. v. 68, 104326. fev. 2020.

A ONDA DAS FINTECHS

Popularização de startups financeiras que utilizam recursos tecnológicos de forma intensiva movimentando o setor bancário

Frances Jones



O Brasil registrou no fim do ano passado o surgimento de mais um unicórnio, termo usado para designar startups com valor de mercado igual ou superior a US\$ 1 bilhão. Trata-se do Ebanx, empresa que pertence a uma categoria de empreendimentos que se multiplicaram e se destacaram na última década, as *fintechs*. O neologismo, contração das palavras *financeira* e *technology*, indica uma combinação entre finanças e tecnologia – ou seja, são startups que se valem de modelos de negócios inovadores e do emprego intensivo de plataformas tecnológicas para ofertar produtos e serviços financeiros. O fenômeno é mundial e só no Brasil há mais de 500 *fintechs* de variados tipos – o estado de São Paulo concentra 58% desse total. Ao menos três dessas instituições já ganharam *status* de unicórnio (ver *infográfico na página 66*). Nascidas na esteira da crise financeira global de 2008, elas chacoalham o mundo dos bancos tradicionais.

Criado há oito anos em Curitiba (PR), onde fica sua sede, o Ebanx cuida dos pagamentos em sites ou serviços globais, como Spotify, Airbnb e Uber, de compras realizadas por consumidores no Brasil e em sete outros países latino-americanos. Com a expectativa de ter completado 2019 processando US\$ 2,1 bilhões em pagamentos, a empresa permite que os sites clientes adotem soluções locais de pagamento. Boletos, por exemplo, uma das formas mais empregadas no Brasil, podem ser usados para fazer pagamentos que ultrapassam as fronteiras nacionais, conhecidos como *cross-border*.

O êxito alcançado nos últimos anos pelo Ebanx e as *fintechs* em geral se deve a múltiplos fatores, como explica Diego Perez, diretor da Associação

Brasileira de Fintechs (ABFintechs). “A chave do sucesso nem sempre é uma inovação ou o desenvolvimento de uma tecnologia específica. Muitas vezes, o que faz uma *fintech* crescer e ganhar mercado é uma diferença em seu método de trabalho, uma transformação na gestão interna ou algo focado no atendimento”, diz Perez, cofundador da plataforma de investimentos em startups StartMeUp.

Diferentemente dos bancos tradicionais, que têm muitas agências físicas, cumprem uma série de formalidades determinadas pelo Banco Central, precisam de grande capital inicial para serem abertos, contam com alto número de funcionários e fornecem serviços financeiros diversos aos clientes, as *fintechs* normalmente têm uma estrutura enxuta e custos fixos e operacionais mais baixos. Além de menores, também são menos regulamentadas porque não têm autorização, exclusiva dos bancos, de captar dinheiro. Segundo Perez, as *fintechs* também ganharam relevância porque nascem focadas no cliente. “Enquanto uma instituição financeira tradicional prioriza os produtos mais lucrativos para ela própria, as *fintechs* apostam na máxima segundo a qual o cliente é o centro de tudo.”

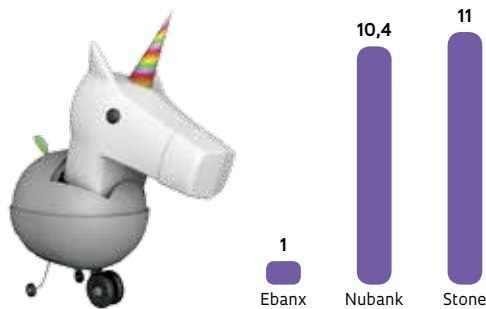
Em 2018, um volume recorde de US\$ 62,4 bilhões foi investido globalmente nessas startups, segundo a consultoria inglesa Fintech Global. Em 2018, uma única *fintech*, a chinesa Ant Financial, levantou US\$ 14 bilhões de uma só vez. Nos Estados Unidos, a Brex, com sede em São Francisco, na Califórnia, ganhou *status* de unicórnio antes de comemorar dois anos de existência. Especializada em cartões de crédito para startups, ela foi fundada em 2017 pelos brasileiros Pedro Franceschi, 22 anos, e Henrique Dubugras, 23. Apesar

O mapa das startups financeiras

Brasil conta com mais de 500 *fintechs* em atividade

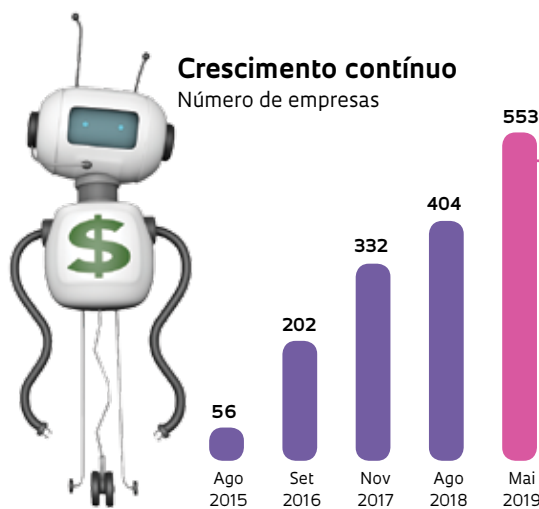
Unicórnios brasileiros

Valor de mercado, em US\$ bilhões



Crescimento contínuo

Número de empresas



Segmento de atuação

115 Meios de pagamento

87 Crédito

66 Backoffice*

51 Risco e compliance

43 Criptomoedas

36 Investimentos

27 Fidelização

26 Finanças pessoais

26 Crowdfunding

76 Outros**

da pouca idade, já tinham experiência na área: a dupla havia estabelecido no Brasil outra *fintech*, a Pagar.me, vendida em 2016 para a Stone, *fintech* especializada em meios de pagamento.

No Brasil, as *fintechs* Nubank, Banco Inter e Neon, figuram, nessa ordem, entre as cinco melhores instituições financeiras do país, superando bancos tradicionais, como Caixa (4º colocado) e Itaú Unibanco (5º), segundo levantamento da revista *Forbes* divulgado no início de 2019. Em parceria com a empresa de estatísticas Statista, a pesquisa colheu a opinião de 40 mil clientes de 23 países, classificando as instituições de acordo com critérios como confiança, cobrança de taxas, serviços digitais e assessoria financeira.

O Nubank, com sede em São Paulo, conta com mais de 13 milhões de clientes. O primeiro produto lançado pela empresa, em 2014, foi um cartão de crédito sem anuidade, gerenciado apenas por aplicativo. O Banco Inter, de Belo Horizonte, nasceu em 1994 como uma instituição tradicional e recentemente virou uma *fintech*. Oferece contas digitais gratuitas e serviços variados pela internet, como reservas de cinema e hotel. Já a Neon Pagamentos, criada há três anos em São Paulo, tem quase 2 milhões de contas ativas. Em novembro de 2019, recebeu um aporte de R\$ 400 milhões do Banco Votorantim e da gestora de capital privado General Atlantic.

Os empresários desse novo segmento de mercado surfam numa onda de inovação bancária que começou a se desenhar há cerca de 10 anos, a partir da crise financeira que se seguiu à quebra do banco Lehman Brothers. “Naquele momento ocorreram dois fenômenos”, conta o engenheiro

eletricista Eduardo Henrique Diniz, chefe do Departamento de Tecnologia e Ciência de Dados da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (Eaesp-FGV). “Primeiro, o sistema financeiro, que havia crescido demais e estava concentrado, começou a demitir. Muitos desses desempregados conheciam por dentro as ineficiências do sistema. Como eram pessoas da era da internet, sabiam que as coisas podiam ser feitas de maneira mais eficiente, com modelos tecnológicos diferentes.”

Ao mesmo tempo, quatro macrotecnologias já estavam ou passaram a estar disponíveis, proporcionando novas soluções para o setor financeiro, explica o professor da FGV. “As duas coisas juntas são o alicerce do movimento das *fintechs*: a crise que libera pessoas com conhecimento do mercado já com nova mentalidade sobre uso de tecnologia e as próprias tecnologias”, afirma Diniz.

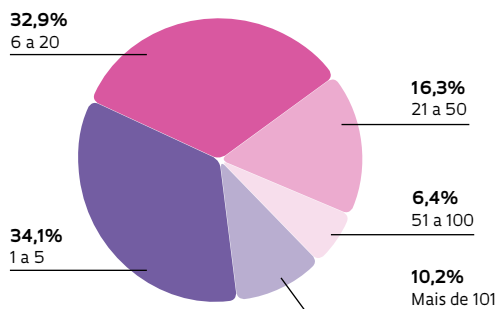
A primeira tecnologia que ajudou a dar força ao movimento, explica o especialista, foi a da mobilidade, tornada real pelo fato de quase todos terem um dispositivo digital na mão – mesmo quem não tem conta em banco dispõe de um smartphone. A segunda foi a da computação em nuvem, que ajudou a massificar o acesso a tecnologias sofisticadas a empresas de menor porte. Se antes apenas grandes bancos capazes de manter um datacenter equipado com um conjunto robusto de servidores podiam oferecer serviços de ponta, com a computação em nuvem um pequeno negócio pode tornar-se um prestador de serviços sofisticados, com acesso a softwares, ferramentas de big data e extensas bases de dados.

*Gestão financeira, contabilidade e outros
**Serviços digitais, tecnologia, dívidas, cartões e câmbio



Mão de obra limitada

Número de funcionários



A popularização das redes sociais é o terceiro fenômeno tecnológico que contribuiu para o surgimento das *fintechs*. A partir delas foi possível levantar informações e fazer análise de mercado com base em grandes massas de dados antes não disponíveis. Por fim, a quarta e mais recente macrotecnologia apontada pelo professor da FGV está relacionada à inteligência artificial (IA). Com apoio de recursos de IA, as máquinas começaram a analisar um alto volume de informações de forma dinâmica, fazendo interpretações sobre comportamentos do consumidor e previsões sobre como ele deve agir.

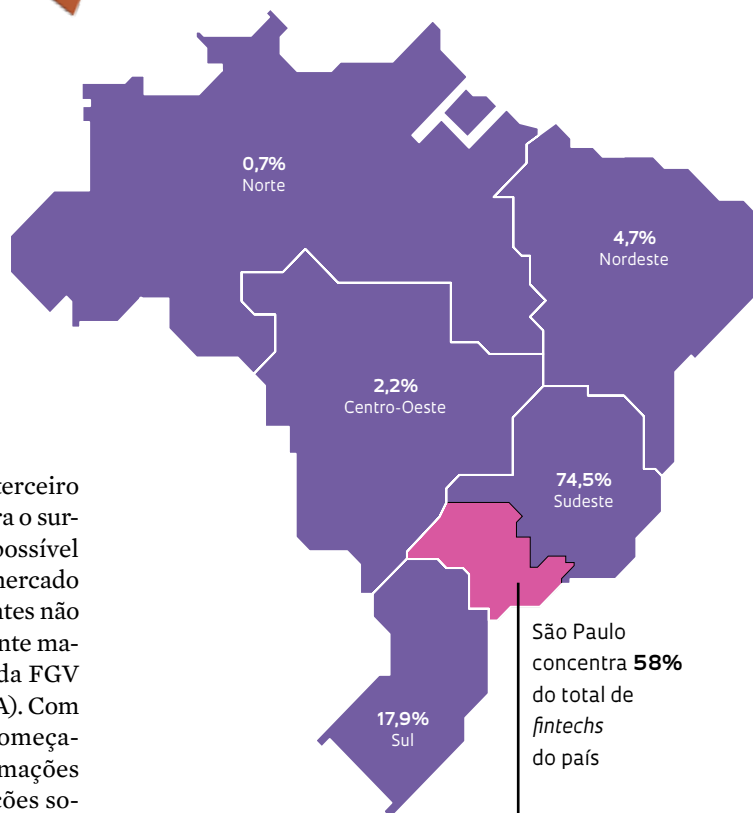
Um exemplo de uso de inteligência artificial aplicada a serviços financeiros é o da Adimplere, *fintech* paulistana cujo foco é a cobrança de dívidas – ou recuperação de crédito. Com apoio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, a empresa recorreu à inteligência artificial para desenvolver algoritmos e melhorar processos de cobrança de dívidas, de modo a saber a melhor forma e o momento ideal para entrar em contato com o devedor, assim como o desconto ótimo que poderia oferecer a ele.

“Como a mão de obra qualificada é cara e escassa, tentamos melhorar ao máximo nossa operação através de automação, *ChatBots* [softwares que simulam uma conversa pela web como se fossem pessoas] e modelos de inteligência artificial”, explica o engenheiro aeronáutico Leandro Farias Nogueira, sócio da Adimplere. “Por exemplo, a partir de uma série de dados sobre o devedor e a dívida, um de nossos algoritmos prioriza aqueles



Concentração geográfica

Distribuição por região

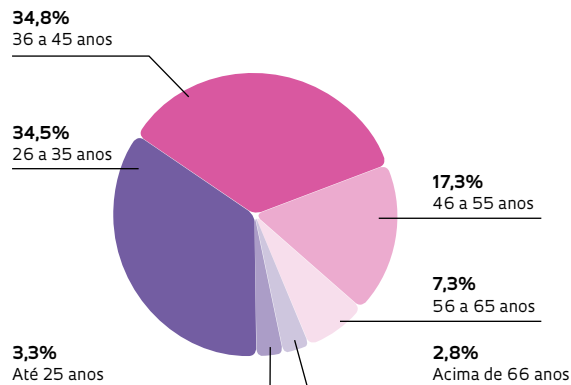


São Paulo concentra **58%** do total de *fintechs* do país



Liderança jovem

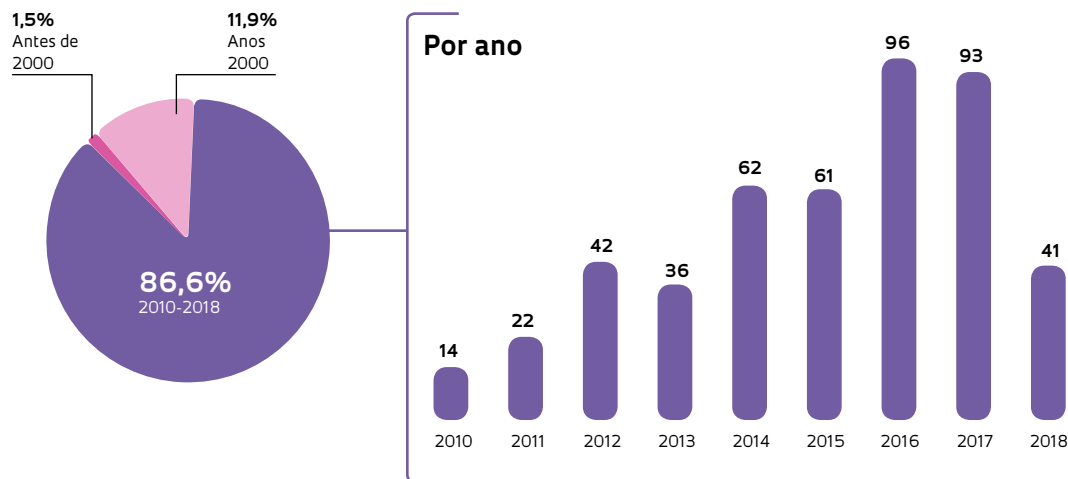
Idade dos sócios-controladores



FONTES: RELATÓRIO "FINTECH MINING REPORT" – ABFINTECHS/DISTRITO, VALOR 1000, EBANX, NASDAQ E EXAME

Negócios recentes

Ano de abertura das *fintechs*



FONTES RELATÓRIO "FINTECH MINING REPORT"

que devem ser contatados. Assim, o atendente vai falar preferencialmente com os que têm maior propensão a pagar.” Segundo Nogueira, o modelo desenvolvido por eles torna a recuperação de crédito até 80% mais eficaz.

Se por um lado foram dadas nos últimos anos as condições para o surgimento das *fintechs*, por outro há um grande público que pode ser atendido por elas. “Essa modalidade de startup ganhou relevância porque o sistema financeiro brasileiro, concentrado em poucos bancos, não atende adequadamente à demanda”, declara o administrador de empresas Lauro Gonzalez, coordenador do Centro de Estudos em Microfinanças e Inclusão Financeira da Eaesp-FGV. “Um grau elevado de concentração bancária, em geral, não é bom para o mercado de serviços financeiros”, sustenta. “Isso abre espaço para as *fintechs*, que surgem focadas em atender às necessidades dos consumidores, tanto aqueles que são mal atendidos quanto os que estão excluídos do sistema financeiro tradicional.”

No Brasil, as cinco maiores instituições financeiras – Itaú Unibanco, Banco do Brasil, Bradesco, Caixa e Santander – responderam por 70% do total de crédito oferecido ao mercado em 2018. O lucro desses bancos naquele ano, em plena crise econômica, chegou a R\$ 86 bilhões, uma elevação de 16% em relação a 2017, segundo dados divulgados pelo Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese).

Hoje, cerca de 35 milhões de brasileiros têm acesso ao sistema financeiro em uma população de 210 milhões. “São pessoas que têm conta em banco e cartão de crédito, mas quando precisam pedir dinheiro emprestado muitas vezes enfren-

tam dificuldades”, diz Eduardo Diniz. Outros 35 milhões de pessoas, calculam os professores da FGV, estão fora do sistema. Essa parcela da população usa canais informais para usufruir dos quatro principais tipos de serviços financeiros: pagamento, crédito, investimento (ou poupança) e seguro. Não é à toa que mais de um quinto das *fintechs* do país está focado em oferecer soluções de pagamento. “A demanda desse setor é a maior de todas.”

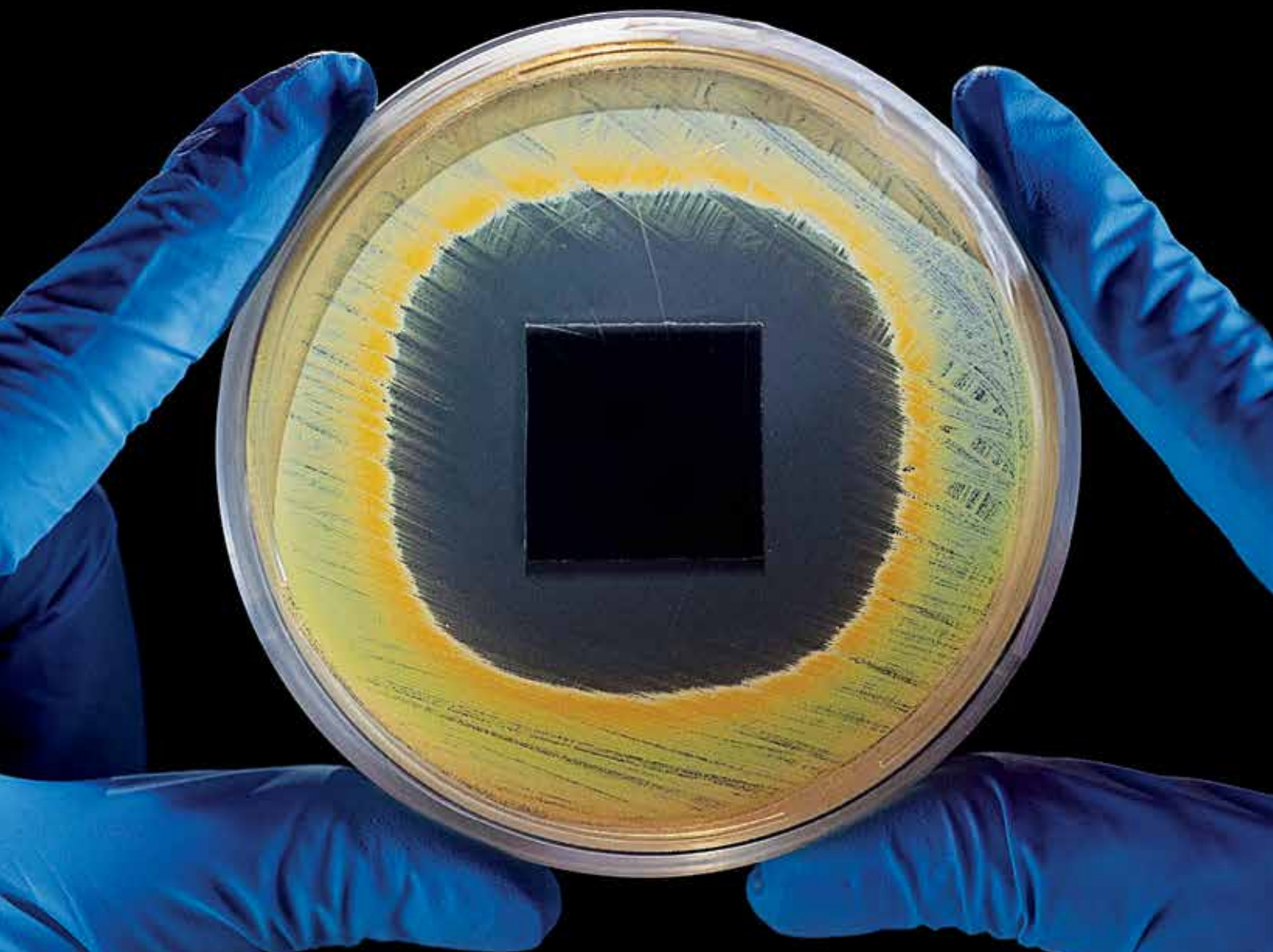
Para Wagner Ruiz, cofundador e diretor financeiro do Ebanx, o desafio da inclusão financeira deve ser encarado como uma oportunidade para as *fintechs*. “É estimulante acompanhar a revolução de acesso ocorrida no mercado financeiro mundial e, em especial, na América Latina”, destaca Ruiz. Lauro Gonzalez, da FGV, concorda que as financeiras digitais oxigenam o setor bancário, mas alerta: elas não são uma panaceia. “Não se pode comprar o discurso de que as *fintechs* vieram para resolver tudo”, opina. “Mas é difícil divergir de que, com o avanço das novas tecnologias, as fronteiras que isolavam nosso sistema financeiro começam a cair, atraindo novos atores. E isso é bom para todos.” ■

Projeto

Aplicação de aprendizado de máquina em processo de recuperação de crédito (nº 18/01165-7); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** André Menezes Oliveira (Adimplere); **Investimento** R\$ 100.059,71.

Artigo científico

DINIZ, E. H. e CERNEV, A. K. Fintech: A sexta onda de inovações no sistema financeiro. Capítulo do livro **Inovação em serviços na economia do compartilhamento**. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.



DE OLHO NO MUNDO

Nascida em uma universidade paulista, empresa especializada em soluções nanotecnológicas busca internacionalização

Suzel Tunes

Fragmento de material plástico (ao centro) contendo o aditivo NanoxClean é testado em placa de petri

Em julho do ano passado, os executivos da Nanox, empresa de alta tecnologia com sede em São Carlos (SP), receberam um convite inesperado: participar do programa de aceleração de negócios da Plug and Play, uma das principais aceleradoras do Vale do Silício, nos Estados Unidos. Investidora de empresas como Google, Rappi e Dropbox, a Plug and Play havia descoberto a empresa brasileira de nanotecnologia por conta de uma reportagem publicada na versão em inglês da *Agência FAPESP* e reproduzida pela *Dairy Reporter*, publicação norte-americana especializada no setor de laticínios.

A reportagem destacava o desenvolvimento de um material antimicrobiano à base de prata que, aplicado a embalagens plásticas de leite, dobra a vida útil do produto na prateleira. A incorporação de micropartículas de prata ao plástico resulta de um projeto realizado com apoio do Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP. É um dos oito projetos já desenvolvidos pela Nanox com apoio do Pipe. Com exceção de dois projetos em andamento, todos os demais se converteram em produtos comerciais (*ver reportagem na página 71*).

A Nanox aceitou o convite e foi uma das 15 startups finalistas dentre mil selecionadas no mundo todo. “Só havíamos nós de brasileiros”, conta o químico Gustavo Simões, CEO da Nanox, que ingressou no programa com o diretor de operações, Daniel Minozzi. Os dois participaram de três meses de treinamento e mentoria e se apresentaram a investidores. Voltaram do Vale do Silício com contatos e a perspectiva de ampliar a internacionalização da empresa, que já tem um escritório nos Estados Unidos desde 2016.

“Em Newton, Massachusetts, temos um gerente operacional para fazer levantamento de mercado e cuidar de documentação. Já conseguimos a aprovação da FDA [Food and Drug Administration, agência norte-americana que regula alimentos e medicamentos] e aguardamos agora a certificação da EPA [Environmental Protection Agency, a agência de proteção ambiental norte-americana] relativa ao material antimicrobiano à base de prata”, informa Minozzi. Para os empresários, a conformidade regulatória será um dos grandes diferenciais da Nanox. “Hoje, ape-

nas três empresas de nanotecnologia no mundo têm as duas certificações para atuar na área de embalagens para alimentos e bebidas. Seremos a quarta”, comemora o empresário.

Especializada no desenvolvimento de aditivos nanoestruturados à base de prata e outras substâncias para aplicação em produtos plásticos, tecidos, utensílios médicos e de cozinha, entre outros, a Nanox ocupa posição de vanguarda no Brasil desde que se estabeleceu como uma spin-off do Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF), localizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP. Segundo o químico Elson Longo, professor emérito da UFSCar e diretor do CDMF, a Nanox foi a primeira spin-off de nanotecnologia vinculada a esse centro de pesquisa, que se denominava, à época, Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (Liec). “A ideia de Simões foi pioneira e abriu novas perspectivas para nosso grupo”, afirma Longo.

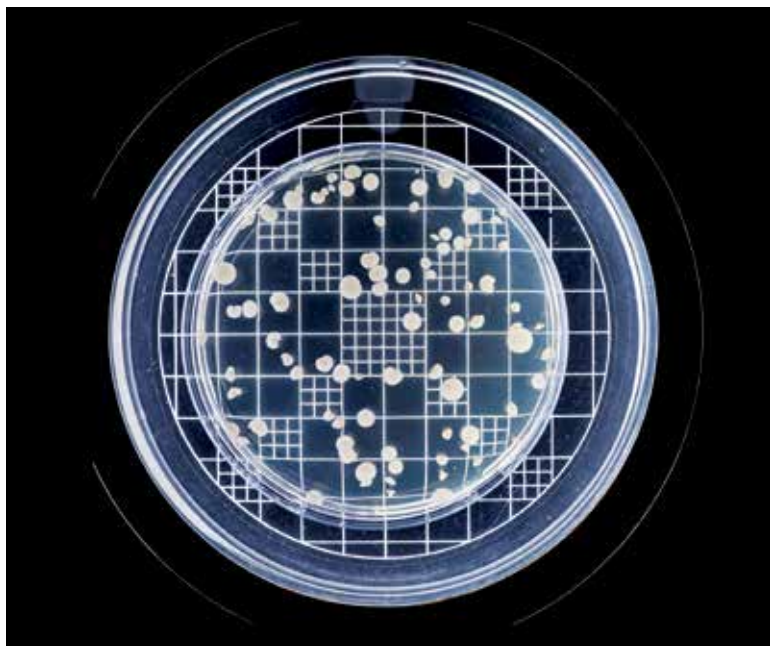
APOIOS NA TRAJETÓRIA

A empresa foi concebida quando Simões ainda cursava o mestrado no Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara, tendo Longo como orientador. O orientando tentava criar um agente bactericida incorporando materiais com reconhecida ação antimicrobiana, como a prata e o óxido de titânio, a nanopartículas de cerâmica. “Era um produto inédito. Surgiu, então, a ideia de constituir uma microempresa para produzir o composto”, lembra Longo. “Foi um caminho natural”, diz Simões. “O Liec tinha muita interação com empresas, o que nos estimulou a empreender.”

Para a formação da startup, chamada inicialmente de Science Solution, uniram-se a Simões dois colegas do Programa de Pós-graduação do Instituto de Química da Unesp: Minozzi e André Araújo, que se tornou acionista. A incubadora ParqTec, de São Carlos, foi o primeiro endereço da empresa, e a FAPESP o suporte inicial para sua consolidação. Em 2005, a Nanox obteve apoio do Pipe para desenvolver um *coating* (revestimento) cerâmico antimicrobiano para superfícies metálicas. E, em 2006, conquistou seu primeiro cliente, uma empresa produtora de secadores de cabelos.



Preparação da substância NanoxClean para realização de ensaio



Placa de petri contendo o aditivo da empresa durante teste de eficácia

Segundo os pesquisadores, as nanopartículas combatem os microrganismos por meio de três frentes de ação: limitando a troca de gases por meio da parede celular (impedindo que respirem), inibindo a divisão celular e provocando o rompimento da parede celular. Batizado de NanoxClean, o antimicrobiano nanoparticulado tornou-se carro-chefe da empresa e começou a ser aplicado a outros materiais, como plástico, fibras têxteis e vidro. Hoje são 16 diferentes formulações.

Em 2006, apenas dois anos após sua fundação, a Nanox recebeu aporte do fundo de investimentos Novarum. Cinco anos depois, contou com investimento do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), para escalonar a produção das partículas antimicrobianas nanoestruturadas. Em julho de 2019, entraram mais recursos dos fundos Criatec 2 e NT Agro. “Uma boa ideia por si só não garante sucesso nem crescimento”, pontua Elson Longo. “Houve por parte dos dirigentes da Nanox muito trabalho e pesquisa para a obtenção de novos produtos à base de nanotecnologia, assim como o apoio dos órgãos financiadores e a estrutura de um laboratório especializado.”

Para a bióloga Iseli Lourenço Nantes-Cardoso, professora da Universidade Federal do ABC (UFABC) e integrante do Programa de Pós-graduação em Nanociências e Materiais Avançados, a Nanox é um dos exemplos de companhias de nanotecnologia que surgem a partir da qualificação de pessoas nas universidades. “Empresas de nanotecnologia são uma opção de mercado de trabalho para os doutores formados nas universidades. O emprego da mão de obra qualificada

na indústria é o retorno do investimento de recursos públicos na formação dessas pessoas”, diz.

No caso da Nanox, houve uma bem-sucedida confluência de recursos científicos e financeiros. Dela resultaram sete patentes, seis no Brasil e uma nos Estados Unidos. Com sede própria em São Carlos, a empresa tem laboratórios de química, microbiologia, controle de qualidade e produtos de plástico, onde atuam 13 pessoas – equipe relativamente pequena porque a atividade da empresa não exige uso de mão de obra intensiva. Dedicados à área de pesquisa e desenvolvimento há seis profissionais, sendo um doutor, três mestres e dois graduados.

CLIENTES DIVERSIFICADOS

A produção anual de micropartículas é de cerca de 2 toneladas, bem superior aos 200 quilos de cinco anos atrás. Dentre os 25 clientes no Brasil, estão representantes da indústria de tapetes, móveis, tintas, escovas de dentes, utensílios domésticos e embalagens. Um dos maiores é a AlpFilm, produtora de filmes plásticos para embalagem de alimentos. A engenheira química Alessandra Regina Vicentin Zambaldi, responsável pelo setor de compras e desenvolvimento, lembra que conheceu a Nanox em 2016, em Düsseldorf, na K Trade Fair, feira de negócios especializada em polímeros. “Saímos de São Paulo para conhecê-los na Alemanha”, diverte-se a engenheira.

Após estudos e testes, a empresa lançou produtos para uso doméstico e profissional com o aditivo bacteriano da Nanox. Segundo Zambaldi, o custo de produção do filme plástico com tratamento bactericida aumentou cerca de 10%



Laboratório da Nanox com cabine de segurança biológica para a realização de ensaios antimicrobianos em primeiro plano

em relação ao produto convencional, mas a empresa resolveu apostar na inovação. “Buscamos um diferencial inovador para nossos produtos e a proteção antimicrobiana representa um benefício importante para o consumidor”, justifica.

Segundo a engenheira, embora a vida útil do alimento varie conforme o manuseio, o produto na bandeja embalado com o filme dura pelo menos dois dias a mais no supermercado, o que evita desperdício. Na geladeira doméstica, alimentos como tomates e cenouras, embalados individualmente, permanecem intactos por duas semanas, afirma. “Quem mais valoriza o nosso produto é o produtor rural, que busca maior tempo de conservação de alimentos”, conta a engenheira.

A questão da sustentabilidade é um dos apelos de venda da Nanox. Segundo Minozzi, o agente nanoparticulado dura toda a vida útil do material no qual é aplicado. “Em um tecido, o tratamento antimicrobiano convencional tende a perder suas propriedades após certo número de lavagens. Isso não acontece com o NanoxClean”, declara o empresário. Minozzi diz que quando comparado a outros bactericidas à base de prata, o nanoparticulado também proporciona economia ao fabricante. “As concentrações de prata chegam a ser 10 a 15 vezes menores”, afirma Minozzi, destacando que antimicrobianos à base de prata não são novidade no mercado. O pulo do gato da Nanox foi utilizar processos nanotecnológicos para criar o agente, possibilitando uma menor concentração de prata nos produtos finais. A empresa foi pioneira no país nesse desenvolvimento.

Contudo, o empresário reconhece que introduzir uma nova tecnologia no mercado não é tarefa fácil. Por meio da participação em eventos corporativos e da realização de encontros com empresários, a Nanox tem ido atrás de potenciais clientes e tentado estabelecer parcerias estratégicas para crescer em um ambiente econômico pouco favorável. Para dar suporte aos clientes e convencê-los das vantagens do NanoxClean, a empresa criou um escritório interno que dá suporte para o desenvolvimento de embalagens e outros produtos contendo o agente nanoparticulado. Além de comercializar a tecnologia no Brasil, a empresa exporta para o México, Colômbia, Chile, Paquistão, Argentina e, mais esporadicamente, para Índia, Japão, Turquia, China e Leste Europeu. Mas falta conquistar o mercado norte-americano, o maior do setor — o que os empresários esperam fazer a partir da filial estabelecida por lá.

Para superar as dificuldades rumo à internacionalização, os fundadores da Nanox seguem fiéis às origens, tendo o laboratório como ponto de partida. Assim, para se consolidar no mercado nacional e estabelecer parcerias comerciais no exterior, o propósito da empresa é continuar desenvolvendo inovações. “Nascemos da pesquisa, não podemos esquecer isso”, ressalta Daniel Minozzi. ■

Projeto

Coatings nanoestruturados funcionais para implantes ortopédicos e odontológicos (nº 17/20548-1); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Convênio Finep; Pesquisador responsável Luiz Gustavo Pagotto Simões (Nanox); Investimento R\$ 120.284,92.

Os demais projetos mencionados estão listados na versão on-line.

INOVAÇÕES EM ESCALÁ ATÔMICA

Revista acompanhou avanços ocorridos no campo da nanotecnologia

Yuri Vasconcelos

A pesquisa em nanociência começou a ganhar corpo em meados do século passado, durante o encontro anual da Sociedade Americana de Física (APS). Em 29 de dezembro de 1959, o físico teórico Richard Feynman (1918-1988) provocou a plateia ao fazer o seguinte questionamento: “Por que não podemos escrever todos os 24 volumes da *Enciclopédia Britânica* na cabeça de um alfinete?” (ver Pesquisa FAPESP nº 60). E emendou outro desafio: pagaria US\$ 1.000 (um valor expressivo à época) a quem construísse um motor elétrico menor que a cabeça de um alfinete.

As provocações de Feynman de certa forma estimularam cientistas do mundo todo a se dedicarem a essa área da ciência em que a manipulação da matéria ocorre em escala atômica ou molecular. Seis anos depois de sua palestra na reunião da APS, o pesquisador ganhou o prêmio Nobel de Física, por suas contribuições para o desenvolvimento da eletrodinâmica quântica. As investigações voltadas ao universo nanométrico fizeram com que Feynman entrasse para a história como o pai da nanotecnologia.

Ao longo das últimas duas décadas, Pesquisa FAPESP acompanhou de perto alguns dos principais avanços no campo da nanotecnologia ocorridos no país, notadamente aqueles relativos ao desenvolvimento de nanorevestimen-

tos. Muitas dessas inovações tiveram origem no Laboratório Interdisciplinar de Eletroquímica e Cerâmica (Liec) do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (IQ-Unesp), de Araraquara, no Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Cerâmicos (CMDMC), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP, sediado na mesma cidade, ou no Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Reportagem publicada em 2006 pela revista apresentava um novo material cerâmico nanoestruturado à base de óxido de titânio com propriedades antimicrobianas que poderia ser aplicado à superfície de instrumentos médicos e odontológicos, como bisturis, pinças e brocas. A tecnologia havia sido criada por uma spin-off do Liec, a Science Solution, rebatizada tempos depois como Nanox (ver Pesquisa FAPESP nºs 121 e 187).

Três anos depois, o leitor da revista tomou conhecimento de um estudo feito por pesquisadores da Unesp de Araraquara e da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná, que resultou na criação de uma fina película nanoestruturada com poder bactericida, própria para aplicação em pisos cerâmicos, azulejos e vidros (ver Pesquisa FAPESP nº 166). Liderada por Thiago Sequinel, então doutorando do



Novidades na área de nanotecnologia foram abordadas em reportagens das edições nºs 121 e 187 de Pesquisa FAPESP

IQ-Unesp, a pesquisa ficou em primeiro lugar na competição internacional Idea to Product (Da ideia ao produto), realizada pela Universidade do Texas, nos Estados Unidos.

Materiais nanoestruturados com poder antimicrobiano criados no país também passaram a ser empregados para promover a saúde bucal. Em 2014, a empresa paranaense OralGift lançou uma linha de produtos, como suportes e estojos dentais, com nanoestruturas de prata incorporados à matéria-prima, a fim de eliminar bactérias e fungos que se acumulam em escovas, fios dentais e higienizadores de língua. O desenvolvimento teve a parceria da Nanox (ver Pesquisa FAPESP nº 220).

Mais recentemente, tecelagens brasileiras começaram a utilizar fibras têxteis contendo partículas nanométricas de prata, cobre, zinco e outras substâncias para fabricar tecidos especiais. A adição dessas nanopartículas tem como objetivo eliminar fungos e bactérias, evitando o mau cheiro das roupas, refletir raios solares infravermelhos, controlando o calor, e repelir insetos (ver Pesquisa FAPESP nº 278). O mercado global de nanorevestimentos, como os citados nesse texto, apresenta contínua evolução e deve movimentar US\$ 15,8 bilhões até 2023, com um crescimento anual na casa dos 25%, de acordo com a consultoria internacional Research and Markets. ■

UMA LENTE SOBRE OS ESTADOS UNIDOS

Onze anos depois de sua criação,
instituto sistematiza conhecimento sobre
o país mais poderoso do planeta

Márcio Ferrari



Uma “situação simétrica e oposta”. Com essa imagem o pesquisador Sebastião Velasco e Cruz descreve a relação que prevaleceu durante muito tempo entre o conhecimento sobre os Estados Unidos, no Brasil, e o conhecimento sobre o Brasil, nos Estados Unidos. “A comunidade acadêmica dos Estados Unidos sempre se preocupou em ter as informações mais avançadas e fidedignas sobre diferentes partes do mundo, por isso há um campo de estudos bem estabelecido sobre a América Latina e comunidades científicas fortes que geram conhecimento e mantêm um foco permanente na região”, afirma o cientista político da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Aqui temos a impressão de grande familiaridade com os Estados Unidos, mas carecíamos de mecanismos para buscar as informações que precisamos para, de fato, conhecer o país. Era esse o desafio que pretendíamos enfrentar, e estamos enfrentando há mais de 10 anos.”

Cruz se refere à atuação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Estudos sobre os Estados Unidos (INCT-INEU), centro de pesquisas interdisciplinar e interinstitucional com sede em São Paulo, do qual é coordenador desde 2017. “Nosso pressuposto é que o governo e a política dos Estados Unidos estão entre as forças mais poderosas do mundo”, afirma Cruz. “Essas forças impactam os indivíduos, as sociedades civis, as corporações e

as instituições políticas, assim como a autonomia legal e constitucional que lhes são atribuídas.” O instituto foi criado em 2009 e desde então publicou 71 livros, 182 capítulos de livros, 290 artigos em periódicos brasileiros e internacionais e 14 cadernos, parte deles em parceria com o Centro de Estudos de Cultura Contemporânea (Cedec).

“Nossa produção sobre os Estados Unidos contempla um conjunto amplo de temas: política interna, instituições, processos e políticas governamentais, integração e crise na América Latina, e a política dos Estados Unidos para a região, com destaque para os desafios e oportunidades de uma relação complexa com o Brasil”, explica Cruz.

A história do instituto precede sua fundação. Em 2001, o Ministério das Relações Exteriores (MRE) publicou edital com o objetivo de fomentar a pós-graduação em relações internacionais no país. “Naquele momento, o ministério considerava insuficiente a oferta de conhecimento sobre as estruturas de funcionamento dos Estados Unidos, de que o Brasil necessitava, no quadro de uma economia globalizada”, relata Cruz. Pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e Unicamp decidiram se reunir para concorrer. Aprovada a proposta, o então denominado programa San Tiago Dantas (1911-1964) – em homenagem ao chanceler do governo de João Goulart (1918-1976) – começou a funcionar em 2003.

Ao fundo, o Lincoln Memorial, em Washington. O monumento foi construído em homenagem ao 16º presidente dos Estados Unidos, Abraham Lincoln (1809-1865).

Dois anos depois houve novo edital, dessa vez em parceria do MRE com o Ministério da Ciência e Tecnologia, para estimular pesquisas sobre grandes temas de relações internacionais. O objeto de pesquisa escolhido pelos integrantes do programa San Tiago Dantas foi os Estados Unidos – sua política, economia, sociedade e cultura. “Quando o edital dos INCTs foi lançado em 2008 pelo CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], estávamos em uma situação privilegiada, porque a parte dedicada à pesquisa já tinha sido elaborada”, recorda Cruz. O instituto começou a operar no ano seguinte, reunindo especialistas das três universidades e do Cedec, com apoio financeiro do CNPq e da FAPESP.

Hoje mobiliza 80 pesquisadores e congrega 20 instituições. Algumas delas, como as universidades de Brasília (UnB) e a Federal da Paraíba (UFPB), tiveram seus núcleos de pesquisas sobre a temática criados por pesquisadores do INCT-Ineu. “Isso é o mais importante, o processo de expansão da rede nunca se esgota”, avalia Cruz. Em 2010 foi criado um portal na internet, o Observatório Político dos Estados Unidos (Opeu), com o objetivo de ser uma publicação eletrônica especializada, assim como um banco de dados permanente sobre as políticas interna e externa dos Estados Unidos. Segundo o coordenador do INCT-Ineu, o Opeu responde fundamentalmente

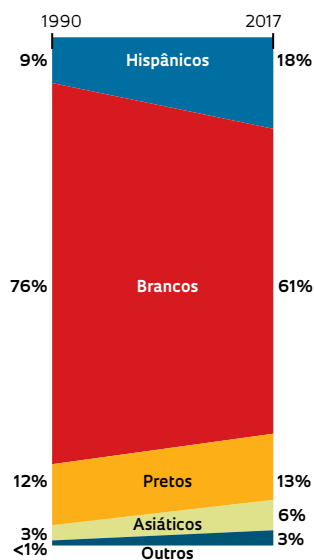
pela difusão de conhecimento. Responsável pela produção do material informativo – mais de 2.500 clippings de notícias nos primeiros sete anos de operação –, desde 2017 o observatório tem se concentrado na publicação de artigos analíticos e comentários. A equipe do Opeu reuniu inicialmente estudantes de graduação, mestrandos e doutorandos. Muitos deles se tornaram pesquisadores ou professores. Outros exercem o jornalismo e atividades profissionais diversas, na área de relações internacionais. Nesse sentido, o observatório cumpre, subsidiariamente, funções de pesquisa e formação de quadros.

O INCT-Ineu também dispõe de um núcleo de produção audiovisual. A proposta surgiu como desdobramento de um projeto independente que, depois de ter sido aprovado pelo Fundo de Apoio à Cultura do Estado de Pernambuco, foi acolhido pelo instituto. O resultado foi o lançamento, em 2017, do documentário *Em nome da América*, de Fernando Weller, sobre a experiência dos Peace Corps em Pernambuco. Por intermédio do programa do governo norte-americano, desenvolvido nas décadas de 1960 e 1970, 6 mil jovens voluntários realizaram trabalho humanitário no Nordeste do Brasil. Weller, que é pesquisador e professor de cinema da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), recebeu apoio do INCT-Ineu para realizar entrevistas e pesquisa documental em fontes primárias nos Estados Unidos.

Os Estados Unidos em números

POPULAÇÃO

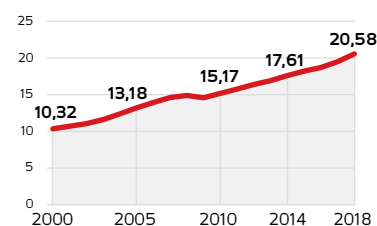
Dados do censo indicam que a nação está se tornando mais diversa



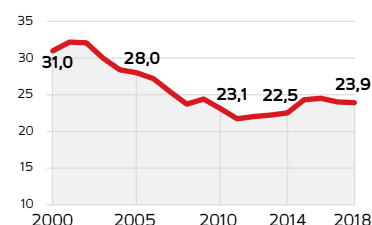
FONTE USAFACTS 2019 ANNUAL REPORT

INDICADORES ECONÔMICOS

Produto Nacional Bruto (PNB)
(em US\$ trilhões)



Participação no PNB mundial
(em %)

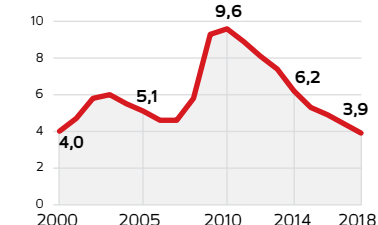


FONTE VIGEVANI, T. ET AL. PODER E COMÉRCIO – A POLÍTICA COMERCIAL DOS ESTADOS UNIDOS. SÃO PAULO: UNESP, 2018

Saldo da balança comercial
(em US\$ bilhões)



Desemprego
(em %)



Para o cientista político Tullo Vigevani, professor aposentado da Unesp e coordenador do instituto nos seus sete primeiros anos de existência, o INCT-Ineu inova ao estimular “a incorporação de diferentes pesquisas sobre os Estados Unidos”, tornando-se um “grupo de difusão em caráter nacional que se ocupa sistematicamente desse tema”. A construção da política de comércio exterior do país, por exemplo, é um dos tópicos que foi esquadrihado pela equipe do instituto. O livro *Poder e comércio – A política comercial dos Estados Unidos*, escrito por Vigevani, Filipe Mendonça e Thiago Lima, foi considerado a melhor obra científica de 2019, pela Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs).

THINK TANKS

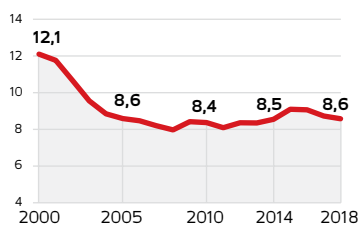
O conhecimento acumulado nesse período orientou a organização e os temas da Conferência Brasileira de Estudos Políticos sobre os Estados Unidos, promovida no final do ano passado na PUC-SP. Em quatro dias, foram realizados encontros de seis grupos temáticos, cada um deles com três sessões de debates, três mesas-redondas e palestras com sete convidados estrangeiros – o ex-ministro chileno Luis Maira e os cientistas políticos Diana Tussie, argentina, e Inderjeet Parmar, britânico, Jayesh Rathod, norte-americano, Monica Hirst, brasileira radicada na Argentina,

David Sogge, holandês, e Raúl Rodriguez, cubano. A história e a atuação dos *think tanks*, tema da apresentação de Parmar, por exemplo, vêm sendo investigadas por pesquisadores do INCT-Ineu desde sua fundação. Embora desde o século XIX exerçam influência quase direta na política norte-americana, até recentemente o tópico era pouco explorado na academia. “No instituto, a temática originou pesquisas bastante detalhadas da história do pensamento dessas instituições e sua influência, com orientações ideológicas diversas, na definição de políticas públicas”, explica Cruz. Conforme Vigevani, tais centros de estudos têm sido fundamentais para definir as relações externas dos Estados Unidos, em diferentes governos dos últimos 60 anos.

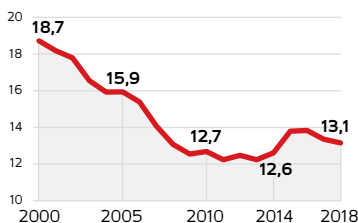
Entre os pesquisadores que participaram da conferência de novembro, revelou-se unânime a sensação de perplexidade quanto aos rumos da política norte-americana neste século. O período começou com uma situação internacional em que – graças ao fim da União Soviética, em 1991 –, os Estados Unidos surgiam como superpotência solitária, dotada de poder incontrastável. Avaliam que a realidade atual, contudo, é diferente: o poder americano se vê ameaçado em várias regiões e em diversas esferas em que ele se expressa.

“Evidenciou-se, então, o que alguns analistas vinham assinalando há tempos: a situação esboça-

Participação nas exportações mundiais (em %)



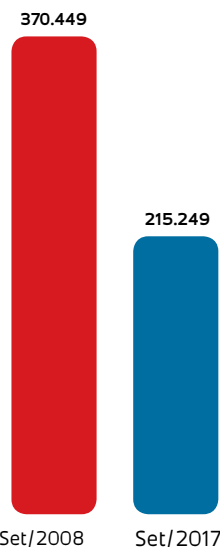
Participação nas importações mundiais (em %)



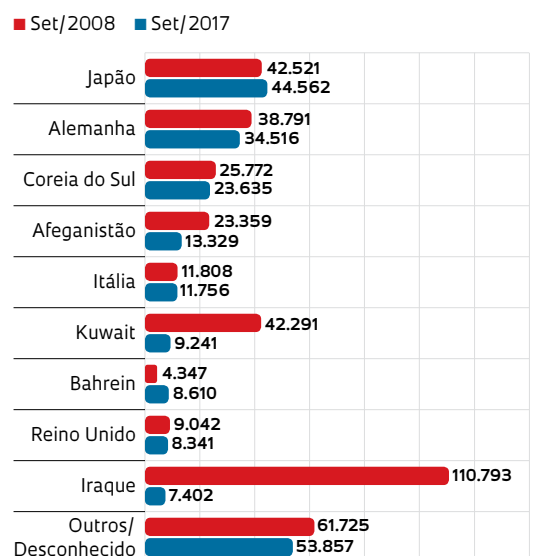
FORÇAS ARMADAS

Entre 2008 e 2017 a presença militar no exterior caiu 41,9%

Total



Por país



FONTE: USAFACTS 2019 ANNUAL REPORT



Donald Trump, durante comício no mês de janeiro, em Milwaukee: tendência ao unilateralismo distingue seu governo do de Barack Obama

da no imediato pós-Guerra Fria era transitória”, diz Cruz. “Cedo ou tarde, a Rússia, potência derrotada, se reorganizaria e voltaria a reivindicar seu lugar. E o reordenamento em curso propiciaria a constituição de um novo polo de expansão na economia mundial, em torno da China, com implicações geopolíticas dramáticas, posto que não integrado à ‘comunidade de segurança’ edificada pela superpotência depois da Segunda Guerra Mundial”, avalia o coordenador do instituto.

“Esperava-se, após os atentados de 2001, que a guerra no Iraque terminasse rapidamente, mas ficou claro que os Estados Unidos enfrentaram reações para as quais não estavam política e militarmente preparados, surpreendendo até os teóricos de relações internacionais”, observa Cruz, ao lembrar que a situação se agravou com a crise econômico-financeira de 2008 e as tensões geopolíticas com a Rússia. “Nós, pesquisadores do INCT-Ineu, constatamos que estávamos certos na suposição de que o mundo não se encontra na alvorada de uma nova era de estabilidade, mas passa por momento de transição, em que a instabilidade da situação econômica e política é um dado essencial”, observa. Nesse contexto, diz Vigevani, a América Latina segue tendo importância para os Estados Unidos, ideologicamente ou comercialmente, de acordo com os interesses da “metrópole”. Em sua avaliação, “a tendência ao unilateralismo do presidente nor-

te-americano atual é a diferença mais relevante entre os governos de Barack Obama [2009-2017] e Donald Trump”.

Maira, que começou a articular pesquisas sobre os Estados Unidos no México, onde se exilou durante o regime do ditador Augusto Pinochet (1915-2006) nos anos 1970, enumera os sintomas da crise que os Estados Unidos vêm enfrentando, e Trump pretendeu remediar com medidas que considera “unilaterais e isolacionistas”. O primeiro deles é a perda de legitimidade do sistema eleitoral, que ocorreu a partir da contradição numérica do pleito de 2001, culminando na eleição de George W. Bush, agravada por situação semelhante na vitória de Trump sobre Hillary Clinton. O segundo sintoma da crise é a intervenção crescente da Suprema Corte nos mecanismos financeiros de campanha. E há o aumento do sectarismo na polarização entre democratas e republicanos, a multiplicação da violência pela disseminação do uso de armas de fogo, o enorme crescimento da desigualdade social e, por fim, a redefinição ideológica, com o remanejamento de forças políticas. ■

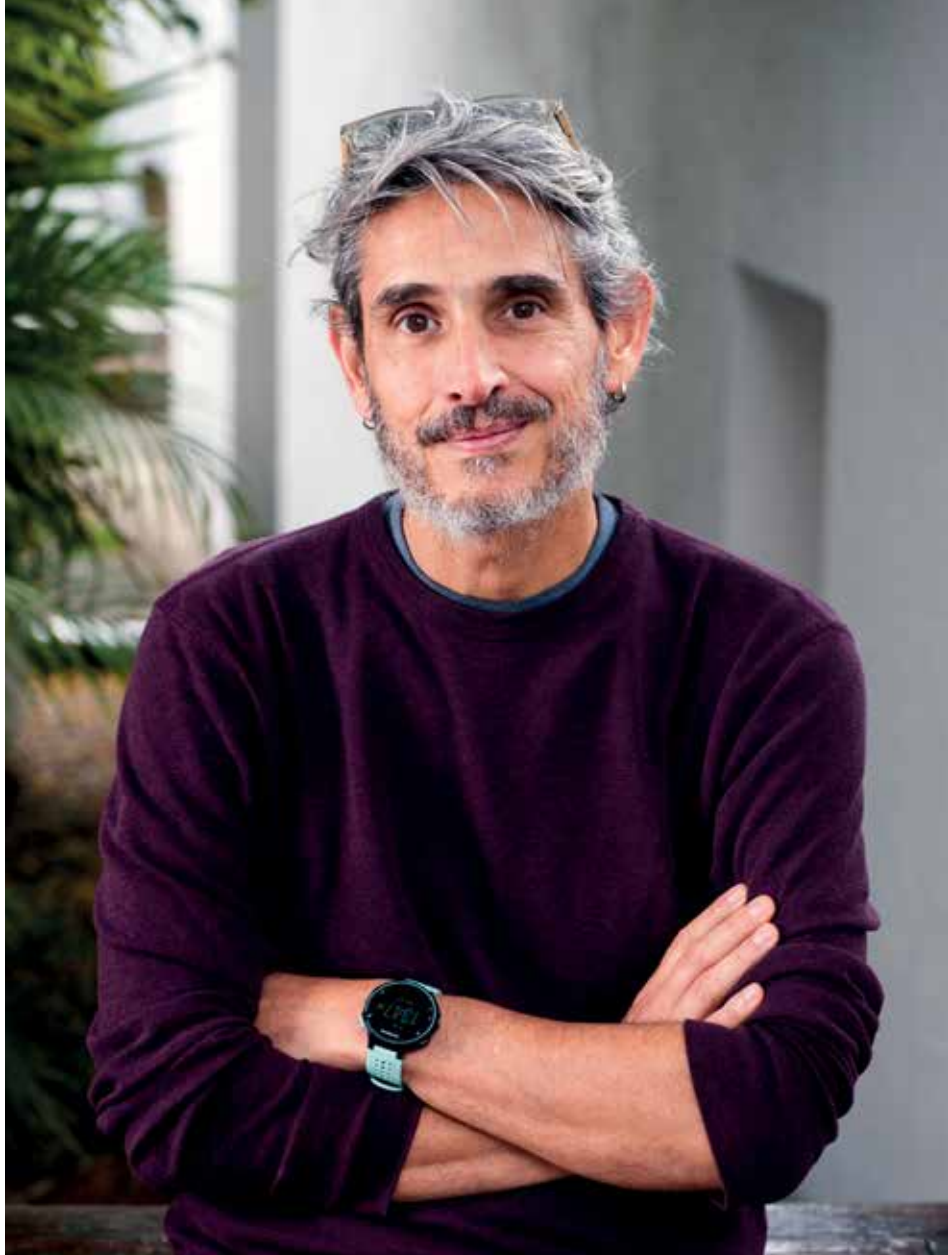
Projeto

INCT para Estudos sobre os Estados Unidos (nº14/50935-9); Modalidade Projeto Temático; Acordo CNPq-INCTs; Pesquisador responsável Sebastião Carlos Velasco e Cruz (Unicamp); Investimento R\$ 2.849.536,80.

NO EXERCÍCIO DA DEMOCRACIA

Estudo sobre mecanismos de controles não eleitorais revela caráter inovador da experiência brasileira

Glenda Mezarobba



Desde o fim da ditadura militar (1964-1985), o Estado brasileiro estabeleceu políticas para comunidades indígenas, de atenção ao idoso e de reconhecimento e proteção da população LGBTI envolvendo atores desses próprios grupos em sua formulação. Os exemplos, avalia o cientista político Adrian Gurza Lavalle, pesquisador do Centro de Estudos da Metrópole (CEM), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP, são indicativos de quanto a transição democrática foi capaz de produzir canais aptos a assegurar a participação, para além dos partidos políticos, de múltiplos atores sociais, na elaboração de políticas públicas. Mas não apenas.

“A sociedade civil organizada em uma função de controle é algo peculiar do Brasil”, informa o também professor do Departamento de Ciência Política da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). A descoberta integra os resultados de pesquisa envolvendo cinco países, detalhados no livro *Controles democráticos no electorales y regímenes de rendición de cuentas en el sur global*, organizado por Lavalle em parceria com o sociólogo Ernesto Isunza Vera, do Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (Ciesas), do México, e recém-lançado pela editora suíça Peter Lang.

Nesta entrevista, concedida na USP, Lavalle explica como isso se deu e por que, do ponto de vista de inovação democrática, o Brasil está à frente de outras experiências do hemisfério Sul.

O que são controles democráticos não eleitorais (CDNE)?

São as formas pelas quais cidadãos, direta ou indiretamente, por intermédio de instituições que fazem parte do arcabouço do Estado, incidem no curso de determinada ação de política pública. Essa incidência pode ser para definir ou controlar. No caso do Brasil, predominam componentes de definição e controle. No México a incidência é, sobretudo, consultiva.

Quem exerce esses controles? E quem está sujeito a eles?

Quem exerce são os cidadãos. No Brasil, na maior parte das vezes isso se dá por intermédio de associações ou grupos como sindicatos e cooperativas, cujos representantes integram conselhos e incidem sobre o funcionamento da política. Fazem isso controlando políticos, democraticamente eleitos, ou ocupantes de altos cargos do Executivo, em temas específicos como, por exemplo, a prestação de contas da área de saúde. Aqui a ênfase se dá sobre o Executivo. Sobre o Judiciário, praticamente não há controle. No Legislativo, por sua vez, é possível interferir no processo de elaboração das leis ou na destinação de emendas.

Qual o principal objetivo da pesquisa?

A questão inicial era entender as características de articulação de mecanismos de controle social no México. Quando iniciamos o trabalho, em 2012, a literatura tendia a associar esses mecanismos com democracia e a concentrar o controle em experiências verticais, de natureza eleitoral. Mas pensávamos em formas de *accountability* [prestação de contas] para além do voto e percebemos que seria necessário ampliar o escopo. O que não era claro, porque tendemos a assumir que o controle social sobre a política é tipicamente uma característica de países democráticos, era pensar que essas formas de *accountability* social não se restringiam a tais contextos.

Não se restringem?

Nem os mecanismos de produção de coordenação e consenso, entre níveis inferiores do central, nem o controle social são desafios exclusivos de regimes democráticos. Regimes autoritários também precisam lidar com problemas de coordenação, legitimidade e controle



No Brasil, as experiências mais importantes têm capilaridade social e correm ao longo da estrutura federativa

das respectivas burocracias. Para entender o México, decidimos incluir outros quatro casos limítrofes. A China nos pareceu um bom caso porque tem partido de Estado – ou seja, organizado a partir do Estado. O México também foi um país de partido de Estado, com o PRI [Partido Revolucionário Institucional], e tem aquilo que parte da literatura chama de transição inconclusa. Da mesma forma, a África do Sul transitou para a democracia, mas progressivamente vinha assumindo características de um partido dominante.

O que há em comum no cenário de transições de México, África do Sul, Brasil, Colômbia e China?

O recorte temporal foi a partir das transições. Os cinco países passaram por transições, mas elas são de naturezas distintas. A da China é primeiramente econômica, e está forçando certa liberalização política. Em todos os casos há um processo de descentralização importante, com a devolução de poder ao nível local. No Brasil os municípios cresceram extraordinariamente a partir de 1988. No México, isso começou nos anos 1980 e acelerou-se nos anos 2000. Na Colômbia também. A segunda característica comum: o diagnóstico de que em nível local é possível produzir melhor governança, e para isso é necessário ampliar o protagonismo da sociedade. Em todos os países houve um conjunto de reformas orientadas à participação social.

O que é considerado participação social, no âmbito da pesquisa?

A rigor, participação suporia um tipo de engajamento direto do cidadão, exprimindo suas preferências. Por isso chamamos de controles os canais institucionalizados de mediação entre a sociedade e o Estado. No caso do Brasil, a Constituição incluiu a participação como princípio norteador, para controle democrático do Estado. Os conselhos e as conferências são exemplos emblemáticos de como a sociedade deve contribuir, para além do ciclo eleitoral. Alguns conselhos estão presentes em 98% dos municípios brasileiros. Até recentemente tínhamos entre 60 e 65 mil conselhos. Há mais conselheiros da sociedade civil do que vereadores, por exemplo.

E eles têm sido estudados?

Nos anos 1990, essa participação foi estudada no Brasil de forma muito crítica: os cidadãos e a sociedade civil não estariam decidindo a política, estariam apenas fazendo contribuições específicas e controles pontuais. Parte importante da literatura estava marcada pelo déficit e tinha uma visão muito normativa. Para entender a contribuição, é preciso suspender as expectativas e ajustar as lentes. Foi preciso compreender o que fazem os conselhos e que diferença faz o que eles fazem.

O que merece destaque no Brasil?

O que chamou a atenção foi a consistência das características de uma lista ampla de possíveis experiências a serem pesquisadas. Começamos por conselhos, que podiam ser gestores, de políticas de segurança ou de equipamentos, por exemplo; passamos por conferências, como as nacionais setoriais; por audiências; consultas públicas; até experiências de ativismo cibernético e mobilização. No Brasil, analisamos essas experiências e constatamos que todas se agrupavam em famílias. Os conselhos aqui são uma família de instituições participativas de naturezas muito distintas – o que complica a análise. Também constatamos que as experiências mais importantes, no Brasil, têm capilaridade social e correm ao longo da estrutura federativa. Por exemplo: determinado conselho funciona dentro da estrutura do Estado, está previsto na legislação setorial e tem atribuições específicas, mas

sua operação e vitalidade dependem da participação e do engajamento de atores da sociedade. A sociedade civil organizada em uma função de controle é algo peculiar do Brasil, que se revelou o mais institucionalizado de todos os países da amostra. O dado é indicativo de quanto a transição foi capaz de produzir canais para assegurar a presença de outros atores sociais, que não os partidos políticos, na incidência sobre o que o Estado faz.

Trata-se, portanto, de característica importante de presença democrática?

Sim. A maior diversidade e potência de mecanismos de controle social e, no geral, de mecanismos de *accountability* são indicativos de uma melhor democracia. Do ponto de vista da inovação democrática o Brasil está à frente de outras experiências. O fato de o país ser altamente institucionalizado em relação a essas experiências significa que há um conjunto de canais de controle previstos em lei, com atribuições, e com atores sociais aos quais lhes são incumbidas funções específicas, desempenhadas em um campo delimitado. Se quisermos, por exemplo, alocar recursos de assistência social para determinada organização da sociedade civil lidar com um público vulnerável específico – e a área de assistência trabalha com entidades sociais para realizar boa parte de suas funções –, essas entidades têm de estar registradas no conselho, a quem devem prestar contas. Assim, conselheiros da sociedade civil ampliam a capacidade de controle democrático sobre entidades sociais que, por sua vez, ampliam o alcance da política de assistência social no território. Isso é importante porque todo processo de implementação de política pública é um processo de redefinição dessa política na prática.

O que isso significa em termos de accountability?

Temos mais *accountability* do que poderíamos supor. Há estudos quantitativos, com todo rigor metodológico, que mostram que conselhos fazem a diferença. Os cientistas políticos Lorena Barberia e George Avelino mostraram, por exemplo, que onde existe um conselho de saúde, com suficiente tempo para desenvolver sua rotina e funcionamento, há queda nas probabilidades de corrupção. Esse padrão não é comum em outros lugares, onde as experiências são informais ou o

escopo da institucionalização é muito restrito. Dentro do universo pesquisado, o Brasil é o que tem a configuração mais possante, com maior diversidade.

Em termos de arranjos democráticos, estamos assistindo aos contornos de uma nova era?

A compreensão da democracia como ordenamento institucional estruturado em divisão de poderes, partidos e eleições é fundamental, mas muito limitada. Há em curso um processo claro de pluralização institucional da democracia. As instituições evoluíram de forma mais firme em contextos em que conseguiram produzir associação virtuosa, ou de sinergia, com o sistema político. No caso do Brasil, a transição produziu partidos políticos comprometidos com a participação, que saíram à vida democrática sem eleitorado cativo. Não necessariamente do ponto de vista programático, mas porque fazia sentido, do ponto de vista eleitoral, essa aposta na inclusão e na participação cidadã. Do MDB [Movimento Democrático Brasileiro] ao PSDB [Partido da Social Democracia Brasileira], passando pelo PT [Partido dos Trabalhadores], todos se arriscaram a promover e implantar instituições participativas.

Como isso se deu nos outros países da amostra?

Na África do Sul, por exemplo, as insti-

tuições ganham impulso no processo de transição, mas não há competição eleitoral forte porque o Partido do Congresso Africano ocupou o poder, se instalou e não saiu mais. Lá todas as formas de inclusão foram progressivamente controladas pelo partido, aproximando-se do caso mexicano. Para a participação existir como expressão da sociedade civil, a competição eleitoral é fundamental. No Brasil, a associação aconteceu de forma virtuosa.

Parte-se do pressuposto de que a participação é sempre positiva?

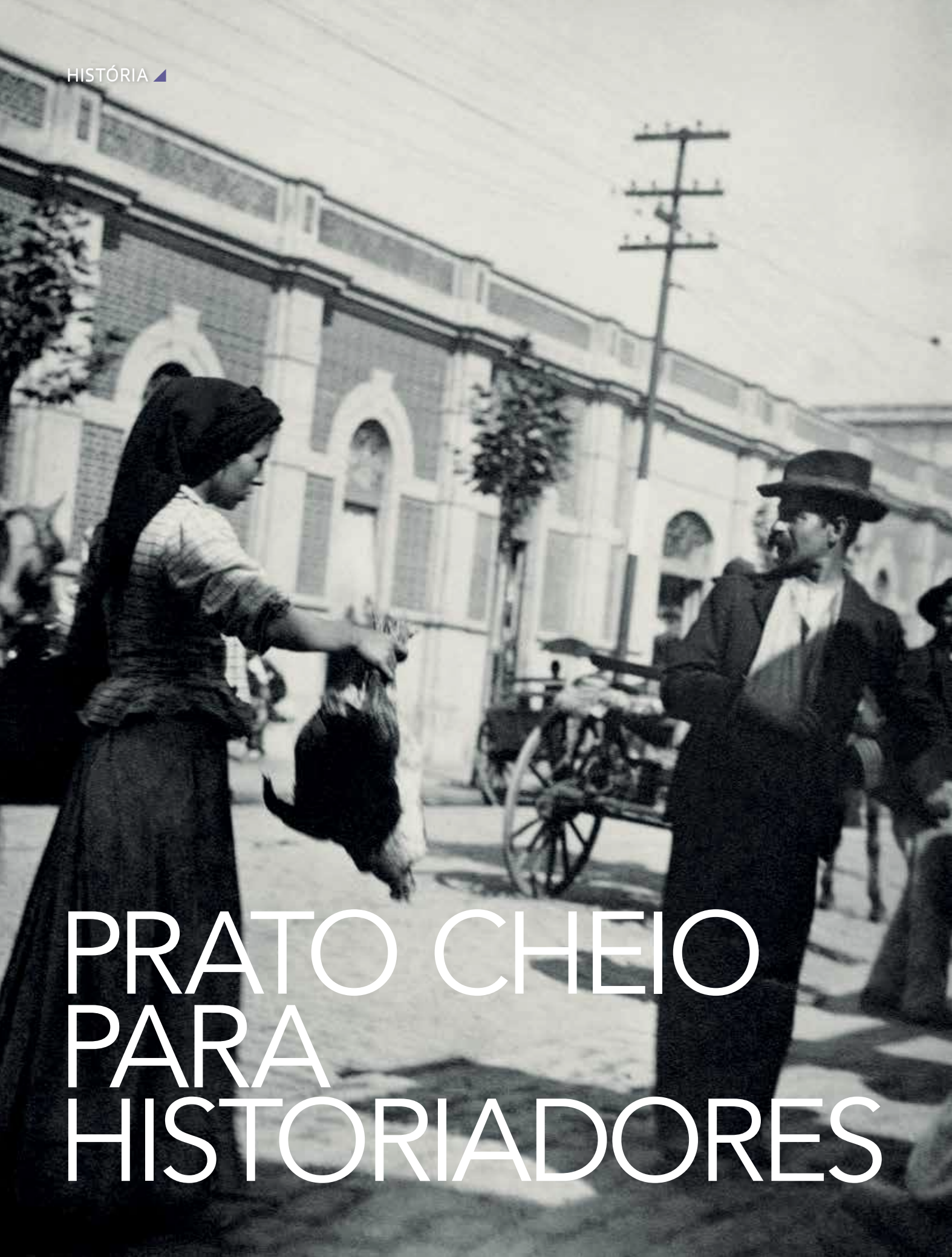
Não necessariamente. Pode ser inútil. Ou pior, uma participação mal definida, mal conduzida ou mal implementada pode produzir consequências desastrosas. Mas, do ponto de vista geral, é melhor que aqueles que são afetados por determinada política tenham condições de incidir sobre ela, sejam capazes de exercer algum controle ou contestar e mudar decisões de poder. Os cidadãos têm interesses, preferências e preocupações muito diversas. Se não existem instâncias que tornem o Estado poroso às demandas desses grupos, elas são desconsideradas.

Nesse sentido, as eleições de 2018 configuram ponto de inflexão?

Infelizmente, sim. O Brasil viveu um período de expansão nos últimos 30 anos. Se observarmos com uma lupa, veremos que ela apresentou intensidade diferente, mas sinal semelhante, com a inclusão de múltiplos atores. Esse período está sendo encerrado. Acabou a vaga democratizante. Nossa agenda de pesquisa tem vários desafios pela frente. Um deles é ser capaz de diagnosticar quais desses canais terão condições de resistir. Sabemos que os mais institucionalizados têm maior capacidade porque dispõem de mais recursos e, dentro deles, os atores têm mais possibilidade de conter retrocessos. Mas é possível desmontar mesmo os mais institucionalizados, desidratando-os, por exemplo. Isso já começou a ser feito. Para a qualidade de nossa democracia se trata de um retrocesso; para a produção de conhecimento, estamos vivenciando um experimento natural e, nesse sentido, o caso brasileiro constitui laboratório único. Vamos poder testar alguns pressupostos do campo, verificar o que acontece com os setores que estavam institucionalizados e os que não estavam. ■



É melhor que aqueles que são afetados por determinada política sejam capazes de exercer algum controle ou contestar decisões de poder



PRATO CHEIO PARA HISTORIADORES

Hábitos alimentares são objeto de pesquisas que buscam compreender transformações econômicas e culturais em São Paulo e no Recife

Bruno de Pierro

Do domínio do fogo pelos primeiros seres humanos às redes de *fast-food* é possível identificar hábitos alimentares que fornecem pistas sobre o modo de vida em diferentes sociedades.

Estudos recentes mostram que práticas de produção, comercialização e consumo de alimentos e bebidas foram capazes de moldar e responder a mudanças políticas, econômicas e culturais de cidades brasileiras entre os séculos XVIII e XX. Os trabalhos evidenciam como a história da alimentação, um campo de pesquisa relativamente novo (*ver box*), pode ajudar a analisar aspectos pouco contemplados pela historiografia tradicional, que passa ao largo de atos como o de comer. Nos últimos anos, explica Leila Mezan Algranti, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas (IFCH-Unicamp), novos estudos têm trazido à tona nuances locais de processos de urbanização e metropolização do país. “Trata-se de uma investigação mais profunda do que simplesmente descobrir o que as pessoas comiam no passado”, afirma a historiadora, uma das pioneiras da área no Brasil.

A prática de comer fora de casa é um bom exemplo de como a dinâmica econômica contribuiu para o surgimento de hábitos alimentares na cidade de São Paulo a partir do século XVIII. Com a intensificação das atividades comerciais e a abertura dos portos a partir de 1808, produtos como massas, queijos, embutidos e frutas secas passaram a entrar no cardápio dos paulistanos mais abastados, que tinham condições de consumi-los nas casas de pasto – uma versão ancestral dos restaurantes – e em botequins com perfil distinto daqueles frequentados por pessoas de menor poder aquisitivo. “A partir de 1820, as classes mais altas, que até então frequentavam pouco os espaços públicos, começam a se alimentar fora do ambiente doméstico, atraídas pela possibilidade de variar o menu do dia a dia e de vivenciar momentos de lazer e interação social”, explica a historiadora Rafaela Basso, que pesquisou o assunto em doutorado recém-defendido na Unicamp.

O período analisado por ela, entre 1765 e 1834, é marcado por profundas mudanças na capital paulista, como a restauração da autonomia administrativa, que durante 17 anos havia estado sob responsabilidade do governo do Rio de Janeiro. “A nova administração passou a reorganizar e

incentivar o comércio, a pecuária e a produção agrícola”, informa Basso. “Na cidade, o pequeno comércio de alimentos ganhou impulso e começou a determinar novos significados para a alimentação paulista.” Na virada para o século XIX, diz a pesquisadora, a cidade já estava integrada a redes de comércio e abastecimento. Era a partir do porto de Santos que boa parte dos gêneros importados da Europa desembarcava em São Paulo, para atender aos gostos da elite e dos europeus recém-chegados.

O constante vaivém de pessoas nas ruas da capital da província provocou o desenvolvimento de uma estrutura capaz de atender suas necessidades, ressaltava Basso, que investigou os primórdios do comércio ambulante de alimentos na cidade e o Mercado das Casinhas, primeiro espaço público paulistano dedicado ao comércio de produtos como milho, feijão, farinha e carne de porco. Documentos da Câmara Municipal analisados pela historiadora registram reclamações da população em relação ao lixo deixado nas vias públicas por vendedores e quitandeiras, que aproveitavam o crescente fluxo de pessoas para comercializar seus produtos a céu aberto. Além de restos de carne e peixe jogados no chão, a obstrução da passagem de pedestres também motivava queixas.

Medidas voltadas para organizar o comércio de alimentos e conter a ação dos ambulantes só começaram a tomar forma em São Paulo no início do século XX, de acordo com o historiador Francis Manzonni, autor do livro *Mercados e feiras livres em São Paulo* (Edições Sesc, 2019), que analisa a criação desses espaços comerciais entre 1867 e 1933. “O crescimento demográfico de São Paulo, impulsionado pela chegada de migrantes europeus e de outras partes do país, motivou novas demandas de moradia, alimentação e transporte”, explica Manzonni. “Uma das prioridades do poder público foi organizar o abastecimento de alimentos da cidade.” A saída foi construir mercados para abrigar os comerciantes e, assim, tirá-los das ruas.

Na prática, só foram aceitos nos mercados públicos aqueles com condições de pagar taxas administrativas – e esses eram, na maioria dos casos, imigrantes europeus que já atuavam no ramo. Negros, “caipiras” e brancos pobres continuaram nas ruas, ilegalmente. Observou-se que o preço dos alimentos aumentou em razão do encarecimento da vida em São Paulo – um dos efeitos da

Vendedora de galinha no centro de São Paulo, em 1910, época em que o governo começou a organizar o comércio de alimentos

valorização dos terrenos disponíveis na cidade e da cobrança de taxas de locação nos mercados e impostos sobre produtos específicos. A situação dos comerciantes só foi regularizada com a oficialização das primeiras feiras livres pelo prefeito Washington Luís (1869-1957), em 1914, ressalta Manzoni, em uma estratégia da prefeitura para controlar o comércio de alimentos cobrando taxas menores do que as dos mercados. A institucionalização das feiras, explica o pesquisador, permitiu aos comerciantes o pagamento de taxas mais razoáveis e a oferta de alimentos a preços mais convidativos do que aqueles dos mercados públicos. Manzoni não ignora o caráter higienista das políticas que estabeleceram os mercados públicos em São Paulo. “O crescimento promovido pela economia do café tinha como modelo ideal de civilização as grandes cidades europeias”, explica. “Para ‘limpar’ as ruas da capital, e tirar negros e pobres das calçadas, ideias eugenistas foram colocadas em prática.”

De acordo com Manzoni, naquela época faziam parte da dieta paulista alimentos como arroz, feijão, milho, mandioca, couve, carne de porco e carne-seca. Alguns eram básicos desde as expedições bandeirantes no século XVI. “O tripé da alimentação paulista – mandioca, feijão e milho – tem origem nas culturas indígenas. Os bandeirantes, em sua maioria formados por mestiços de portugueses com indígenas, aprenderam a sobreviver nas florestas e a se alimentar desses gêneros, facilmente disponíveis nas roças. Além disso, aprenderam a comer animais como tatu, paca, veado, macaco, cobra, larva e formiga, além de frutas silvestres.”

É somente na transição para o século XX que a cozinha paulista passa a ser incrementada com a presença de imigrantes europeus. Os italianos influenciaram em grande medida o uso de azeites, embutidos (como mortadela e salame), azeitonas, macarrão, polenta, linguiças, molho de tomate, pães, queijos e antepastos, enquanto os portugueses fixaram a criação e o consumo de carne suína e seus derivados. “Sem dúvida, a imigração diversificou os alimentos consumidos no Brasil, inclusive com o cultivo de gêneros que antes não eram sequer produzidos entre nós”, afirma Manzoni.

As transformações na cidade também atingiram as tabernas paulistas, locais de inspiração ibérica onde eram vendidas bebidas alcoólicas e petiscos. “As tabernas paulistas, um ramo dominado por portugueses, foram devoradas pelas sucessivas reformas urbanas e por uma trajetória de expropriações e especulação imobiliária”, afirma Daisy de Camargo, que tratou do assunto em sua tese de doutorado em história, defendida na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Durante viagem à Espanha, a historiadora surpreendeu-se ao constatar que parte das tabernas de Madri, criadas em meados do século XIX, seguia em funcionamento. “Decidi investigar como hábitos alimentares locais sobrevivem ao avanço da globalização”, explica Camargo, que se aprofundou no assunto em estágio de pós-doutorado na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Os resultados da pesquisa estão publicados no livro *Fale com eles – Uma leitura das*

Campo recente

Estudos sobre a história da alimentação ganharam força no Brasil a partir da década de 1990

Os primeiros estudos em história da alimentação datam de meados dos anos 1960, fruto do trabalho de historiadores europeus, como os franceses Jean-Louis Flandrin (1931-2001) e Fernand Braudel (1902-1985). No Brasil, a área ganhou força a partir do final da década de 1990, com a publicação de uma revisão da literatura científica nos Anais do Museu Paulista, em 1997. No artigo, os historiadores Ulpiano Toledo Bezerra de Menezes e Henrique Carneiro, ambos da USP, apresentam algumas das propriedades que caracterizam a história da alimentação como campo de pesquisa.

“A historiografia sobre o Brasil não deixou de levar em conta a alimentação, mas quase

sempre como apêndice”, escreveram os autores, citando como exemplo a obra *Caminhos e fronteiras* (1957). Nela ao tratar da expansão territorial dos bandeirantes, o historiador Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982) dedica um capítulo à civilização do milho. “A história da alimentação ainda é um território a descobrir”, concluíram. O artigo tornou-se um marco no país, afirma a historiadora Leila Mezan Algranti, da Unicamp. “Vinte e três anos depois, ainda é bastante citado. Menezes e Carneiro ajudaram a abrir caminho para fazer da alimentação o principal objeto de estudo em alguns programas de pós-graduação”, diz ela.

De acordo com Algranti, a abordagem histórica da alimentação está hoje consolidada no país, fornecendo pistas para melhor compreender, por exemplo, formas de convivência entre diferentes classes sociais e manifestações culturais e religiosas. “Analisando aspectos como a produção e o consumo de alimentos também é possível investigar fatores econômicos e políticos.” Segundo Algranti, no Brasil os principais grupos de pesquisa nessa área concentram-se em instituições como USP, Unicamp, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e as universidades federais do Paraná (UFPR), do Pará (UFPA), de Minas Gerais (UFMG) e de São Paulo (Unifesp).



Trabalhadores em pátio interno de mercado na rua 25 de Março: estruturas foram criadas para tirar comerciantes das ruas

tabernas da cidade de Madri a partir da história da alimentação (Alameda, 2019).

Camargo identifica, na cultura tabernal, resistência ao estilo de vida apressado e padronizado. O “cocido madrileño”, prato típico das tabernas de Madri, por exemplo, demora horas para ficar pronto e seu preparo aceita variações regionais de ingredientes. “Já a lógica do *fast-food* surge como resposta à pressa urbana. Para facilitar e agilizar a produção e o consumo, redes como o McDonald’s apostaram em cardápios com pouquíssimas variações”, observa. Para a historiadora, as tabernas de Madri perduram, entre outros motivos, por terem sido símbolos de resistência política em momentos difíceis da história espanhola. “A Tienda de Vinos, inaugurada em 1888 e ainda em funcionamento, não sobreviveu apenas ao McLanche Feliz”, sublinha Camargo. Antes disso, entre 1939 e 1975, foi local de enfrentamento da ditadura do general Francisco Franco (1892-1975), ao sediar reuniões de socialistas e sindicalistas que lutavam contra o regime.

Diferentemente das tabernas madrilenhas, que resistiram à padronização da comida, os hábitos alimentares dos moradores de pelo menos uma capital brasileira sofreram impacto dos Estados Unidos, no início do século XX. Foi o que ocorreu no Recife, a partir dos anos 1930, quando o chamado americanismo ganhou força, principalmente com o cinema de Hollywood e, na década seguinte, no auge da Segunda Guerra Mundial, quando bases militares norte-americanas se estabeleceram em capitais nordestinas. “A população da capital pernambucana travou contato com os norte-americanos que perambulavam pela cidade com uniformes vistosos, jipes e carteiras com muitos dólares”, conta o historiador Francisco de Oliveira Toscano, que tratou do assunto em tese de doutorado defendida na Universidade de São Paulo (USP). “Muitos moradores do Recife viam com desconfiança aqueles soldados que bebiam

Coca-Cola no gargalo e uísque nos bares. Mas a suspeita cedeu lugar à admiração e logo a maioria passou a querer imitar os gringos”, explica.

Documentos da época analisados por ele mostram que em pouco tempo a elite recifense aprendeu novas formas de festejar e receber convidados em casa: os banquetes formais em torno da mesa de jantar foram substituídos por coquetéis ao estilo americano, em que eram oferecidos canapés para se comer com os dedos. Os sanduíches, uma invenção britânica popularizada pelos norte-americanos, também começaram a ser servidos. “Era possível encontrar cachorro-quente em quermesses e festas populares”, informa Toscano, que passou seis meses nos Estados Unidos pesquisando documentos em Washington. Lá, encontrou relatórios militares de abastecimento, com dados sobre os produtos enviados ao Brasil.

Na avaliação de Toscano, a história da alimentação do Recife contribui para a compreensão da formação cultural tanto das elites quanto das camadas populares. “É uma maneira de evidenciar como hábitos alimentares locais foram modulados por culturas estrangeiras. Trata-se de promover uma visão crítica do quanto nossa sociedade pode ser influenciada a partir do que se coloca na mesa”, observa Toscano. A história da alimentação cumpre outro papel importante, ressalta Manzoni. “O de colocar holofotes sobre figuras esquecidas pelos livros de história, como feirantes e vendedores ambulantes.” ■

Projetos

1. Yes, nós temos Coca-Cola: Práticas e sociabilidades dos Estados Unidos na alimentação do Recife (1930-1950) (nº 15/02436-6); **Modalidade** Bolsa de doutorado; **Pesquisador responsável** Henrique Soares Carneiro (USP); **Beneficiário** Frederico de Oliveira Toscano; **Investimento** R\$ 186.068,70.
2. História da alimentação e cultura material: Uma leitura histórica das tabernas de Madri (nº 12/12883-1); **Modalidade** Bolsa de Pós-doutorado; **Pesquisador responsável** Jaime Rodrigues (Unifesp); **Bolsista** Daisy de Camargo; **Investimento** R\$ 229.120,58.

História econômica e social de São Paulo

Dora Isabel Paiva da Costa



História econômica e social do estado de São Paulo 1850-1950
Francisco Vidal Luna e Herbert S. Klein
Imprensa Oficial
528 páginas
R\$ 67,50

De tempos em tempos algumas obras tornam-se marcantes, significativas e de fôlego para a comunidade acadêmica. A *História econômica e social do estado de São Paulo 1850-1950*, do economista brasileiro Francisco Vidal Luna e do historiador norte-americano Herbert S. Klein, é uma dessas. Há muito, historiadores, sociólogos, economistas e demais investigadores das ciências humanas careciam de uma visão panorâmica sobre os temas centrais da história econômica do estado que se convencionou denominar de a “locomotiva do país”. A pesquisa não só atualiza a bibliografia nacional e internacional sobre o tema, como investiga e apresenta tabelas, gráficos, mapas de dados e informações inéditas de um conjunto de municípios do estado, organizados inclusive por regiões. Também enfoca tópicos como agricultura, finanças públicas, comércio, indústria, urbanização, infraestrutura, população e muitas vezes lança mão da metodologia comparativa com os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Mobiliza a atenção do leitor a quantidade e a diversidade de fontes primárias utilizadas. O primeiro capítulo trata da agricultura no século XIX. Embora o tema tenha sido revisitado por inúmeros historiadores, destaca-se a ampla sistematização da produção agrícola por gêneros, municípios e regiões do estado. O tema das finanças públicas, receitas e despesas demonstra a existência de uma base tributária abrangente voltada para a arrecadação de atividades econômicas diversas, abarcando a riqueza pessoal e a movimentação de mercadorias – muito embora tal base fiscal não fornecesse fundos adequados para os investimentos em segurança, saúde e educação, uma vez que a natureza instável dos preços do café afetava o equilíbrio das receitas. De acordo com os autores, as três principais áreas que drenavam o orçamento do estado eram a burocracia da arrecadação, a segurança pública e a educação.

O que mais chama a atenção é o aspecto contraditório político-ideológico das elites, que, apesar de se posicionarem como liberais, eram favoráveis à intervenção do Estado em quesitos como imigração e infraestrutura. Sobre o período da República Velha merece destaque o tratamento de temas pouco usuais em obras desse tipo como,

por exemplo, educação, saúde, pesquisa científica e ampla estrutura burocrática instalada. Também é abordada a “clara demonstração do tipo de ação direta do poder público no mercado, muito diferente da tradição liberal”, assim como, na República Velha, “a intervenção direta dos governos estadual e federal na economia cafeeira define a agricultura paulista no século XX”.

A importância de trabalhadores nacionais no setor agrícola, que chegaram a constituir um terço da mão de obra, e o tamanho das propriedades instaladas em áreas de fronteira, consideravelmente maiores do que a média, são outros pontos destacados. A alta concentração da posse de terras, cujas raízes dão continuidade histórica ao processo no período focado, segue padrões latino-americanos. Embora a produção cafeeira fosse dominante, no estado não estiveram presentes características observadas no sistema agroexportador da monocultura, como ocorreu em outras sociedades latino-americanas, uma vez que a produção de alimentos se intercalava às fileiras do café e esta configuração dinamizou a economia local, mantendo o estado de São Paulo na liderança da produção agrícola e de alimentos.

A perda de hegemonia da elite paulista é retratada com dados estatísticos referentes às crises do café que levaram o governo federal a intervenções anticíclicas. O mercado interno, por sua vez, é abordado a partir da participação da produção agrícola e industrial através da entrada e saída de mercadorias do porto de Santos. O capítulo sobre o crescimento da indústria paulista apresenta, entre outras informações, tabelas e gráficos contendo o valor da produção, quantidade de trabalhadores por setores e municípios, equipamentos importados, quantidade de fábricas por segmento, além do debate teórico-histórico sobre as origens do setor. Em seus dois últimos capítulos, o livro trata da urbanização, da infraestrutura, do crescimento e da composição da população paulista. A obra de Luna e Klein apresenta-se como fundamental e imprescindível para qualquer pesquisa no âmbito da história econômica e social.

Dora Isabel Paiva da Costa é professora-associada da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Araraquara.



Foto de Duarte de cirurgia no Hospital das Clínicas, em 1949

Câmeras na sala de cirurgia

Fotógrafo e cineasta, Benedito Duarte realizou cerca de 500 documentários sobre atividades e pesquisas médicas em São Paulo

Bruno de Pierro

Inovações cirúrgicas desenvolvidas em universidades paulistas ajudaram a cardiologia brasileira a ganhar expressão internacional em meados do século XX. Uma dessas tecnologias, a máquina de circulação extracorpórea, construída em 1958 pelos médicos Adib Jatene (1929-2014) e Domingo Braile, tornou rotina as cirurgias “a céu aberto”, como é chamado o procedimento em que se abre o peito do paciente para reparar o coração por dentro (ver Pesquisa FAPESP n^{os} 154 e 176). O aparelho foi utilizado no primeiro transplante de coração da América Latina, feito em 1968 pelo cardiologista Euryclides de Jesus Zerbini (1912-1993) no Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (USP). Esse e outros avanços da pesquisa médica no país foram registrados por décadas pelas lentes do fotógrafo e cineasta paulista Benedito Junqueira Duarte (1910-1995), autor de aproximadamente 500 documentários que retratam o período de efervescência científica nas faculdades de medicina e laboratórios farmacêuticos instalados principalmente em São Paulo. “Ele foi, possivelmente, o primeiro documentarista científico dedicado a temas de saúde e medicina no país”, afirma a historiadora Márcia Regina Barros da Silva, professora do Departamento de História da USP e pesquisadora da obra de Duarte.



Construção da av. 9 de Julho e túneis, em São Paulo (1939): registro do crescimento da cidade

De acordo com ela, as habilidades do documentarista por trás das câmeras despertaram o interesse da comunidade médica em um momento decisivo. “Havia a necessidade de mostrar a medicina como atividade experimental”, diz Márcia, ao explicar que a criação de novos cursos de formação dependia da comprovação de que a prática médica utilizava conhecimento científico. Essa preocupação é explícita no curta-metragem *Uma escola de médicos*, produzido por Duarte em 1963 para comemorar os 30 anos de fundação da Escola Paulista de Medicina – hoje ligada à Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). “Apesar do título, não há nenhuma imagem de médicos em atendimento ou de pacientes, ou mesmo cenas internas do hospital”, diz Barros da Silva. “O que se vê em boa parte da película são experimentos, instalações laboratoriais e equipamentos de pesquisa”, conta a historiadora, que no ano passado publicou um artigo sobre o filme na *Revista Brasileira de História da Ciência*.

Com a assessoria técnica de Jatene, a filmografia de Duarte inclui uma extensa lista de títulos especializados,

tais como *Marcapasso implantável*, *Revascularização do infarte* e *Válvula cardíaca artificial*. Tratava-se de uma produção direcionada para alunos de medicina e médicos em cursos, seminários e congressos, com o intuito de difundir no país as técnicas desenvolvidas pelos centros paulistas. “Duarte ajudou a difundir soluções médicas e resultados de pesquisas até então distantes do quadro de possibilidades de atendimento à saúde no Brasil”, afirma Barros da Silva. O conteúdo técnico não era obstáculo para experimentações estéticas. A primeira cena de *Uma escola de médicos*, por exemplo, mostra uma ampla tomada aérea do complexo da Escola Paulista de Medicina. Em sua autobiografia publicada em 1982, o documentarista escreve que seu trabalho consistia em tornar artístico “aquilo que para alguns deveria restringir-se somente ao científico”. Duarte filmou até próximo à sua morte, na década de 1990.

FOTOGRAFIA E CINEMA

Nascido em Franca, interior paulista, o documentarista gostaria de ter estudado medicina, mas as dificuldades financeiras da família não

permitiram e ele acabou se formando na Faculdade de Direito de São Paulo. No início dos anos 1930 começou a ganhar a vida como fotógrafo – a profissão foi aprendida com um tio português durante uma estadia na França. De volta a São Paulo, atuou como fotógrafo no jornal *Diário Nacional* até ser contratado pela seção de iconografia do Departamento de Cultura de São Paulo (equivalente a uma secretaria municipal), onde ficou de 1935 a 1964. “Quem levou Duarte para a prefeitura foi Mário de Andrade, que à época era diretor do Departamento de Cultura”, diz o sociólogo Afrânio Mendes Catani, que defendeu tese de doutorado sobre o cinema de Duarte em 1992. Professor aposentado da Faculdade de Educação da USP, Catani destaca uma afinidade entre Duarte e o escritor modernista. “Ambos tinham apreço tanto pela profissão médica quanto pela gestão cultural de São Paulo.”

Foi a partir de 1937, como funcionário da prefeitura paulistana, que Duarte começou a fazer seus primeiros documentários. Até 1954, o tema da cultura nacional aparecia com frequência em sua obra, com destaque para educação, saúde pública e espaço

urbano. “Os filmes mostram, por exemplo, o trabalho de educadoras sanitárias e de crianças em atendimento médico, como forma de registrar o processo de modernização promovido pelo Estado na primeira metade do século XX”, salienta Barros da Silva. Nessa fase, Duarte produziu numerosos documentários sob encomenda da administração municipal, como das secretarias da Fazenda, da Educação e de Obras Públicas e do Departamento de Cultura. Segundo a pesquisadora, os filmes realizados a partir do prisma do Estado evidenciam a preocupação de Duarte em fortalecer modelos civilizatórios a fim de vencer o atraso nacional por meio da educação formal. “Tudo isso atrelado a campanhas higienistas promovidas em São Paulo naquele mesmo período.”

Duarte compactuava com a visão de Mário de Andrade e outros intelectuais paulistas de que as atividades deveriam ser documentadas, explica Carlos Wendel de Magalhães, diretor entre 2002 e 2012 da Cinemateca Brasileira, onde parte do acervo do cineasta é preservada. “Os filmes eram exibidos em mostras, escolas e bibliotecas públicas como material educativo. Ao mesmo tempo, tornaram-se uma fonte histórica importante para entender a urbanização de São Paulo, o que aproxima Duarte do cinema científico e não apenas do gênero educativo”, diz Magalhães. O documentarista de fato foi influenciado por nomes como o do francês Jean Painlevé (1902-1989), cujos filmes sobre biologia marinha tinham caráter educativo, mas também apresentavam informações



J. B. Duarte: proximidade com médicos, pesquisadores e cineastas

de interesse científico. “Painlevé fazia uma clara distinção entre o filme de pesquisa e o de popularização da ciência, sendo este último o gênero com o qual mais se identificou”, informa Barros da Silva, ressaltando que, no Brasil, os documentários etnográficos produzidos pela Comissão Rondon no início do século XX fizeram algo semelhante (ver Pesquisa FAPESP nº 255).

Duarte aproximou-se cada vez mais dos registros científicos e estreitou os laços com médicos e pesquisadores conhecidos na cidade. “Ele passou a se inserir no mesmo grupo composto por outros documentaristas dedicados ao cinema e ao cinema científico, como Roquette Pinto, Humberto Mauro e Alberto Federmann, que trabalhava com microfotografia no Instituto Biológico de São Paulo”, diz a pesquisadora. A partir daí, o documentarista começou a ser

requisitado não só por universidades, mas também por empresas nacionais e multinacionais que começavam a instalar laboratórios de pesquisa no país, entre elas Johnson & Johnson, Roche e Rhodia. “As companhias pagavam uma boa quantia para que Duarte produzisse filmes institucionais para fins de divulgação de pesquisas e publicidade. Foi uma maneira que ele encontrou de ganhar dinheiro”, afirma Catani. “Seu trabalho passou a ser exibido em colóquios, congressos científicos, escolas de medicina e de enfermagem e hospitais de todo o mundo.”

Em suas memórias, Duarte refletiu sobre os desafios de se produzir filmes científicos e de divulgação de ciência – dificuldades que se mantêm e são enfrentadas por outros documentaristas e youtubers que têm canais de ciência na internet. “O objetivo é evitar o ritmo lento e a monotonia das imagens muito analíticas”, escreveu ele em sua autobiografia. Os filmes eram feitos por conta própria ou patrocínios que ele mesmo conseguia. Durante a pesquisa, Barros e Silva encontrou relatos em que o cineasta discute como o uso de recursos cinematográficos, como corte e transição de cenas, ajuda a conferir certa “dramaticidade” aos documentários. De acordo com a pesquisadora, o acesso ao olhar do médico ou cientista trazia como consequência uma nova perspectiva sobre a realidade do mundo científico, até aquele momento de difícil acesso, mas que passava a ter existência mais clara na medida em que se materializava nas imagens amplificadas do cinema. ■



Cenas do filme *Uma escola de médicos*, de 1963, sobre os 30 anos da Escola Paulista de Medicina

Antropóloga da violência

Pioneira em estudos sobre crime e políticas sociais, Alba Zaluar morre aos 77 anos

Christina Queiroz

Referência nas áreas da sociologia e antropologia urbana e em estudos sobre violência no Brasil, Alba Zaluar, professora e pesquisadora do Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Iesp-Uerj) morreu dia 19 de dezembro, aos 77 anos, na capital fluminense. “Alba foi uma das primeiras a demonstrar a relação entre o aumento de homicídios no país e a chegada do tráfico de drogas”, recorda Sérgio Adorno, coordenador científico do Núcleo de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo (NEV-USP), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão financiados pela FAPESP. De acordo com o sociólogo, em mais de três décadas de pesquisa ela inovou, por exemplo, ao analisar o impacto de políticas públicas para contenção da violência, na promoção da cidadania e de uma sociedade mais igualitária.

Graduada em ciências sociais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a antropóloga precisou deixar o país em decorrência de perseguição política sofrida durante a ditadura militar (1964-1985). Integrante do Partido Comunista Brasileiro (PCB) e militante no movimento estudantil com seu então

marido, o físico Alberto Passos Guimarães Filho, em 1965 Zaluar iniciou um mestrado, que acabou não concluindo, na Universidade de Manchester, no Reino Unido. Em entrevista concedida ao sociólogo Renato Sérgio de Lima, da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (Easp-FGV) e diretor-presidente do Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP), publicada em 2011 no livro *As ciências sociais e os pioneiros nos estudos sobre crime, violência e direitos humanos no Brasil*, ela conta que fazia parte de um grupo contrário à luta armada: “Sempre tivemos essa postura de que a coisa tinha que ser feita pela democracia. Éramos eurocomunistas, em conflito com os da linha chinesa e cubana”.

Em Manchester, Zaluar frequentou um departamento multidisciplinar, com sociólogos, antropólogos e historiadores trabalhando em uma “perspectiva da mudança, da transformação, do processo social”, conforme entrevista dada a Lima. De volta ao Brasil, em 1974, concluiu seu mestrado no programa de Antropologia Social do Museu Nacional da UFRJ, sob orientação do antropólogo Roberto DaMatta. Da temporada no Reino Unido, conservou dois autores como

referência: o sociólogo alemão Norbert Elias (1897-1990) e o teórico cultural jamaicano Stuart Hall (1932-2014).

Dez anos mais tarde, Zaluar defendeu seu doutorado, também em antropologia social, mas na USP, sob orientação da antropóloga Eunice Ribeiro Durham. Pesquisou o cotidiano de moradores de favelas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, estudo que em 1985 resultou na publicação de livro que “hoje é referência obrigatória”, nas palavras de Adorno, em estudos sobre violência, sociologia e antropologia urbanas: *A máquina e a revolta: As organizações populares e o significado da pobreza*. Segundo o sociólogo, a originalidade da obra está no fato de Zaluar desafiar a visão, então disseminada, de que haveria relação direta entre pobreza e violência. “Interessada em entender o significado da pobreza na organização da vida daqueles grupos, e não necessariamente em analisar a violência urbana, no estudo Alba mostrou, entre outros achados, que a identidade do trabalho se construía por oposição à de bandidos e vagabundos. Mas essa oposição não era rígida ou absoluta. Eram relações mais complexas e ambíguas”, recorda.

Também pesquisador do NEV-USP, o cientista político Bruno Paes Manso des-



Zaluar em 2004:
antropóloga
contestou ideia
de que haveria
relação direta entre
pobreza e violência

taca o ineditismo do *approach* de Zaluar no universo acadêmico de São Paulo. “As descrições que fazia sobre o tráfico de drogas e como isso contribuía para a criação de um novo tipo de masculinidade em comunidades periféricas, em oposição à sociabilidade formada pelas escolas de samba, eram fascinantes”, afirma. “Ela era uma pessoa que se expunha nas redes sociais e tinha uma posição pública ativa, uma disposição para o embate que enriquecia o debate público”, analisa, ao destacar a atualidade da discussão proposta em *Condomínio do diabo*, lançado em 1994.

CIDADE DE DEUS

As investigações desenvolvidas por Zaluar na década de 1980 também serviram como ponto de partida para o livro *Cidade de Deus*, publicado em 1997 por Paulo Lins, que, em 2002, se tornou o filme de mesmo nome. Lins conta que conheceu Zaluar quando cursava letras na UFRJ, há cerca de 40 anos. “Ela estava desenvolvendo uma pesquisa sobre crime entre as classes populares e precisava de pessoas para entrevistar moradores da Cidade de Deus, ligados à criminalidade. Eu morava no local e passei a fazer essas entrevistas. Ao ver o resultado, Zaluar me incentivou a escrever um livro”, diz ele,

que, à época, se dedicava apenas à poesia. “Elaborei *Cidade de Deus* em um período de 10 anos, com alguns intervalos, por causa de trabalhos e do nascimento da minha filha. Zaluar jamais deixou de me incentivar a terminá-lo. Se não fosse ela, a obra não teria existido”, destaca o escritor. Na entrevista a Lima, da FGV, Zaluar afirmou que a riqueza e a profundidade do trabalho realizado por Lins afetaram a qualidade da pesquisa etnográfica que desenvolvia à época. “Sempre me interessei pelas questões vinculadas à pobreza, tais como organizações populares, associações vicinais e cultura popular. E foi isso que fui estudar em *Cidade de Deus*, no início de 1980”, declarou.

Zaluar foi livre-docente da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e titular em antropologia social na Uerj. Em 1997, no Instituto de Medicina Social da universidade fluminense, fundou o Núcleo de Pesquisa em Violências (Nupevi). Em 2002, tornou-se a titular da Cátedra Joaquim Nabuco da Universidade Stanford, nos Estados Unidos. Recebeu diversos prêmios, entre eles a Medalha Chiquinha Gonzaga, da Câmara de Vereadores do Rio de Janeiro, e a Medalha Roquette Pinto de Contribuição à Antropologia Brasileira, da Associação

Brasileira de Antropologia. Publicou uma dúzia de livros e mais de 70 artigos. Orientou mais de 20 dissertações de mestrado e 20 teses de doutorado.

Para Adorno, do NEV-USP, a despeito da longa trajetória, Zaluar manteve-se sensível às mudanças em sua área, algo que considera pouco comum entre especialistas. “Éramos amigos e próximos intelectualmente. Há dois anos, soube que estava doente, mas mesmo assim não parou de trabalhar.” Conforme o sociólogo, um texto inédito de Zaluar deve integrar um dossiê sobre o crime organizado, na próxima edição da *Revista Brasileira de Sociologia*.

“Zaluar deixará um vazio enorme, tanto pela sua estatura intelectual como pela capacidade de produzir reflexões originais”, diz Adorno, lembrando que ela é uma das cientistas sociais brasileiras mais citadas no exterior. Uma de suas últimas aparições públicas aconteceu no final de outubro no evento Radicalization and Violence: Perspectives and Prevention Approaches, organizado pela FAPESP. Na ocasião, proferiu a palestra Vicious circles in public security and the increase of crime in Brazil.

Zaluar, que deixa dois filhos, morreu em decorrência de um câncer no pâncreas. ■

O homem da máquina

Engenheiro e físico Ricardo Rodrigues projetou o Sirius, o mais complexo e versátil instrumento de pesquisa construído no país

Cláudia Izique, da Agência FAPESP

Físico observa amostras metálicas no laboratório de materiais do LNLS, em 2014



Em tratamento de saúde, o engenheiro e físico Antonio Ricardo Droher Rodrigues não presenciou a primeira volta de elétrons no anel de Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira, em 25 de novembro de 2019. Também não estava presente quando a equipe conseguiu armazenar elétrons por várias horas no acelerador, em 14 de dezembro do mesmo ano. Mas apareceu para uma foto dois dias depois, quando a equipe conseguiu gerar corrente suficiente para fazer chegar a luz síncrotron pela primeira vez em uma das futuras estações experimentais do Sirius. “Fizemos por ele. E ele ficou muito feliz”, diz Antonio José Roque da Silva, diretor-geral do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas. O físico morreu no dia 3 de janeiro, aos 68 anos, em consequência de um câncer no pulmão. Natural de Curitiba, era casado com Liu Lin, líder do grupo de Física de Aceleradores do LNLS, e deixa três filhos: Erica, Kevin e Ian.

Engenheiro civil formado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e doutor em física pelo King’s College, University of London, Rodrigues foi responsável pelo projeto do acelerador síncrotron não só do Sirius, mas também do UVX, o primeiro do hemisfério Sul, inaugurado em 1997, ambos no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), no CNPEM. “Ricardo foi um engenheiro genial, responsável pela parte principal no projeto do primeiro síncrotron UVX. Foi também quem projetou o Sirius e dirigiu as operações que levaram ao seu sucesso como grande obra instrumental para a ciência, inteiramente projetado e, em grande parte [80%], construído no Brasil”, diz Rogério Cezar Cerqueira Leite, presidente do Conselho do CNPEM. “Além do mais, foi sempre um pesquisador dedicado, gentil e modesto. Enfim, um exemplo de cientista e cidadão.”

DOCTORADO DIRETO

“Conheci muita gente excepcional, mas inteligência técnica e capacidade criativa como a dele eu nunca vi”, afirma o físico Cylon Gonçalves da Silva, que liderou o projeto de construção de UVX, no início dos anos 1980, e dirigiu o LNLS de 1986 a 1998. “Não era vaidoso, mas sabia o que valia. Era um líder extraordinário pela generosidade.” No segundo ano de graduação na engenharia civil da UFPR,

Ricardo Rodrigues começou a estudar óptica de raios X, orientado por Cesar Cusatis, coordenador do Laboratório de Óptica de Raios X e Instrumentação no Departamento de Física. “Era uma pessoa excepcional”, lembra Cusati. “Saiu da graduação e foi imediatamente aceito como aluno de doutorado no King’s College, tendo como orientador Michael Hart, o inventor do interferômetro de raios X”, conta. “Quando voltou ao Paraná foi um suporte fundamental para nosso laboratório.”

Três anos depois, transferiu-se para o Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP). “Tinha uma visão prática, conferida pela engenharia, interessava-se por eletrônica e, ainda durante a graduação, fez iniciação científica em óptica e instrumentação de raios X”, afirma o diretor-geral do CNPEM. Quando Roberto Lobo, então presidente do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, começou a montar o Comitê Executivo do Projeto Radiação Síncrotron – que daria origem ao primeiro síncrotron brasileiro e ao LNLS –, Rodrigues era um candidato natural. “Bastava dizer que um projeto era difícil que ele mordida a isca”, lembra Cylon Gonçalves.

RUMO A STANFORD

Rodrigues passou a integrar o comitê executivo do projeto em outubro de 1983. Dois anos depois, aos 33 anos, coordenou a equipe de engenheiros e físicos que desenvolveu o projeto do anel acelerador no Stanford Synchrotron Radiation Laboratory (SSRL), nos Estados Unidos, sob orientação de Helmut Wiedemann. “Não tinha ninguém que sabia fazer isso aqui no Brasil e fomos lá aprender”, contou o próprio Rodrigues em entrevista ao site O mundo da usinagem, em 2019. Quando o UVX começou a ser construído, em 1986, o físico já era conhecido como o “homem da máquina”, conta Marcelo Baumann Burgos no livro *Ciência na periferia: A luz síncrotron brasileira* (editora UFJF, 1999). Um ano depois assumiu a posição de chefe da Divisão de Projetos do então recém-criado LNLS.

O UVX foi inaugurado em 1997. Quatro anos depois, quando Gonçalves deixou a direção do LNLS, Rodrigues demitiu-se. “Após 15 anos de trabalho intenso, estávamos todos exaustos”, lembra Gonçalves. Depois que deixou o LNLS, em

2002, Rodrigues decidiu empreender. Junto com Liu Lin e o técnico em eletrônica Carlos Scorzato, amigo desde os tempos da UFPR, montou a Skedio Tecnologia. “A nossa proposta era fazer instrumentação”, conta Scorzato. A empresa desenvolveu controles para a indústria da construção civil, desfibriladores cardíacos, dosadores, medidor de pressão industrial, entre outros.

NOVO SÍNCROTRON

Em 2009, o físico voltou ao LNLS atendendo a um convite de José Roque da Silva, que acabara de assumir a direção do laboratório com o compromisso de iniciar o projeto de construção do novo síncrotron. O sim veio depois de um almoço de mais de duas horas. “Ele me perguntou se valeu a pena ter construído o primeiro síncrotron. Respondi que o UVX foi fundamental para o treinamento de pessoas para dar um salto mais competitivo com uma nova máquina. Além disso, era a chance de ele realizar o sonho de fazer um equipamento de fronteira”, afirma o diretor-geral do CNPEM.

Quando iniciou o projeto Sirius, Rodrigues era, novamente, o homem certo, no lugar certo. O síncrotron, de quarta geração, foi concebido no estado da arte da tecnologia, comparando-se apenas ao Max IV, inaugurado em 2016 na Suécia. “O projeto inicial era fazer uma máquina de terceira geração, e, então, o comitê avaliou que todos no mundo já estavam pensando em quarta. Em um mês, refizemos todo o projeto de óptica da máquina e mudamos a câmara de vácuo, que precisava ser de cobre. Foi um bom aquecimento. Hoje temos uma máquina melhor que a do Max IV”, disse Rodrigues na entrevista a O mundo da Usinagem. Ele liderou a equipe do LNLS no redesenho da rede magnética para que o brilho de Sirius fosse o mais intenso entre todos os síncrotrons em operação.

A nova máquina, que deve iniciar a operação este ano, possibilitará a realização de pesquisa competitiva. As seis primeiras estações experimentais de pesquisa – nanoscopia de raios X, micro e nanocristalografia macromolecular, por exemplo – foram selecionadas para atender tanto às novas demandas da ciência e da tecnologia como para permitir o avanço de investigações em áreas estratégicas como óleo e gás, além da saúde, entre outras. ■

BOAS PRÁTICAS



Colaboradores ou espiões?

Relatório faz recomendações para evitar que países estrangeiros influenciem rumos da pesquisa nos Estados Unidos

A National Science Foundation (NSF), principal agência de fomento à pesquisa básica nos Estados Unidos, contratou um grupo independente que assessora o governo norte-americano em assuntos de segurança para examinar um tema sensível: o risco de que governos estrangeiros se apropriem ilegalmente de informações científicas produzidas em laboratórios e universidades do país, aproveitando-se de um ambiente em que as colaborações internacionais são cada vez mais frequentes e a presença de talentos vindos do exterior é marcante. Os resultados foram divulgados em dezembro, em um relatório produzido por um painel de pesquisadores de 10 instituições, advogados e representantes da comunidade de inteligência.

De acordo com o documento, intitulado “Segurança da pesquisa fundamental”, o risco é concreto e pesquisadores que esconderem laços com governos estrangeiros devem ser investigados e punidos por má conduta. “Há casos comprovados

que justificam as preocupações e a necessidade de agir”, informa o relatório, que aponta as maneiras mais comuns por meio das quais governos estrangeiros podem exercer influência nos rumos de pesquisas feitas nos Estados Unidos: coagindo ou oferecendo recompensas para que um pesquisador adote comportamentos irregulares, omitindo de instituições financiadoras conflitos de interesse ou roubando propriedade intelectual.

Uma investigação realizada no ano passado pelos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), agência que apoia a pesquisa biomédica nos Estados Unidos, identificou 180 cientistas estrangeiros que trabalham em instituições do país, na maioria chineses e também de países como Rússia e Irã, que omitiram receber apoio de governos e instituições de fora com os quais mantêm parcerias – o vínculo não foi declarado nos pedidos de financiamento, mas apareceu nos artigos científicos resultantes das pesquisas apoiadas. Foram encontrados indícios de que alguns desses cientistas estavam realizando sua pesquisa conjuntamente em dois laboratórios diferentes – um nos Estados Unidos, outro em seu país de origem – sem que isso fosse sabido. “Dirigentes das universidades nos disseram que ficaram surpresos e chocados, pois não faziam ideia de que seus empregados passavam meses atuando em outra instituição”, disse à revista *Science* Michael Lauer, um dos responsáveis pela investigação dos NIH. “Encontramos um pesquisador que recebeu US\$ 5 milhões de uma universidade chinesa para investir em uma startup e não informou o vínculo para ninguém, nem para nós nem para a universidade norte-americana que o empregava.”

Uma investigação do FBI evidenciou também violação do sigilo no processo de revisão por pares. O conteúdo de projetos de pesquisa em avaliação foi compartilhado irregularmente com colegas do exterior por um cientista asiático do M.D. Cancer Center, em Houston. Esse caso e outro semelhante na Universidade Emory, em Atlanta, tornaram-se públicos e resultaram na demissão de cinco pesquisadores estrangeiros.

O relatório encomendado pela NSF sugere a pesquisadores e universidades norte-americanos que, antes de se engajarem em uma colaboração, avaliem com cuidado as possíveis consequências negativas para a segurança do país ou para a competitividade da economia, preocupando-se em conhecer todos os parceiros que participam do projeto e em estabelecer regras claras sobre a disseminação de resultados.

O painel, contudo, condena frontalmente uma ideia que vem ganhando corpo nos Estados Unidos, a de impor obstáculos adicionais a colaborações e ao intercâmbio de informações científicas em nome da segurança nacional. Isso porque, segundo os autores, os benefícios da atração dos melhores

talentos estrangeiros e das parcerias internacionais são a chave do sucesso do sistema de pesquisa e inovação do país. O NSF solicitou respostas específicas para esse tema: existiriam áreas da pesquisa fundamental que deveriam ser mais controladas? Se há, que tipo de controle deveria ser criado? De acordo com as conclusões do relatório, não é viável nem desejável impor restrições além das que foram estabelecidas por uma lei de 1985, segundo a qual existe um tipo de pesquisa de caráter sensível para a segurança, em geral na área de defesa, que deve ser protegido por sigilo, enquanto todo o resto deve ser aberto e compartilhado.

Essa diretriz há anos é alvo de críticas, uma vez que o compartilhamento livre do conhecimento produzido em instituições norte-americanas é visto como um incentivo para o avanço como potência científica global da rival China, que não oferece contrapartidas. A estratégia chinesa de repatriar cientistas que se formaram e se radicaram nos Estados Unidos ampliou ainda mais a desconfiança, levando agências públicas de apoio à pesquisa a examinar o comportamento de pesquisadores estrangeiros e a identificar desvios, como a omissão de vínculos e a quebra de sigilo em processos de revisão. “Quando esse tipo de má conduta estratégica não é combatido, valores científicos essenciais são prejudicados, tais como abertura e transparência, integridade e confiança, justiça e igualdade de condições para todos, confidencialidade da revisão por pares e um ambiente acolhedor para estudantes e colegas, independentemente de suas origens e etnias”, escreveu Alan Leschner, presidente interino da Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS), em editorial publicado na revista *Science*. “Como resultado, o clima para colaborações científicas pode se tornar muito mais restritivo.”

Em 2010, o então presidente Barack Obama baixou uma ordem criando uma nova categoria de informação, “não sigilosa, mas controlada”, que, de acordo com o relatório, criou confusão no ambiente acadêmico. Projetos de lei em tramitação no Congresso norte-americano propõem ampliar as restrições. Nos próximos meses, devem começar a funcionar dois órgãos consultivos, um baseado na Casa Branca e outro nas Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina, criados para discutir como gerenciar as interações de pesquisa com governos estrangeiros. A NSF encomendou o estudo para nortear suas políticas e ajudar a balizar o debate. “Estamos totalmente comprometidos em trabalhar com nossos parceiros para encontrar um equilíbrio entre expandir a comunidade científica global e definir políticas para proteger a pesquisa nos Estados Unidos”, explicou a astrofísica France Córdova, diretora da agência. ■ **Fabrcio Marques**

Diretrizes canceladas após a crise dos opioides

A Organização Mundial da Saúde (OMS) anunciou a retratação de duas diretrizes sobre o uso de opioides, drogas sintéticas com ação semelhante aos derivados do ópio, para controle da dor. As orientações, lançadas em 2011 e 2012, foram criticadas por menosprezar os riscos de dependência e de morte por overdose ou suicídio entre usuários desses medicamentos e, dessa forma, fomentar o que se convencionou chamar de “crise dos opioides”. Apenas em 2017, o abuso dessas drogas matou 70 mil pessoas nos Estados Unidos e foi um fator decisivo para que a expectativa de vida no país caísse para 78,6 anos – ante 78,7 anos em 2016.

O anúncio oficial da retratação foi feito em janeiro no *Boletim da Organização Mundial da Saúde*, mas em meados de 2019 as recomendações já tinham deixado de ser seguidas, depois que um relatório do Congresso norte-americano acusou a Purdue Pharma, controladora da indústria Mundipharma, de minimizar os riscos do uso desses remédios e influenciar a elaboração das diretrizes da OMS. A Mundipharma é um dos fabricantes da oxicodona, opioide desenvolvido no início dos anos 2000 que se tornou popular no tratamento contra a dor. A empresa, segundo o documento, pagou médicos para defender publicamente o uso dessa categoria de fármacos e patrocinou grupos de pacientes que pressionaram autoridades da saúde a garantir acesso facilitado aos analgésicos.

Em 2010, a OMS classificou como um “direito humano” o acesso a medicamentos contra a dor

e suas diretrizes lançadas nos anos seguintes categorizaram os opioides como “medicamentos seguros” que, se usados na dosagem adequada, não criariam risco de dependência ou de morte acidental. Na prática, o tom suave das orientações abriu brechas para que a venda de opioides fosse alvo de marketing agressivo e que eles fossem ministrados também a pacientes que poderiam se beneficiar de outros remédios.

Em abril do ano passado, o Centro de Controle de Doenças (CDC) dos Estados Unidos lançou diretrizes próprias sobre o uso de opioides. Recomendou aos médicos que usem esses analgésicos de forma extremamente criteriosa, avaliando individualmente riscos e benefícios e optando sempre que possível por outros fármacos. Também sugeriu que monitorem de forma atenta os pacientes que receberem as dosagens mais altas, a fim de diminuir o risco de overdose.

Para o epidemiologista Caleb Alexander, da Universidade Johns Hopkins, a OMS fez a coisa certa ao anunciar a retratação das diretrizes. “Agora, há uma oportunidade de esclarecer tudo e garantir que as futuras diretrizes sejam baseadas em evidências e não corrompidas por interesses comerciais”, disse ele ao site Retraction Watch. Em agosto passado, a Purdue Pharma ofereceu uma quantia entre US\$ 10 bilhões e US\$ 12 bilhões para encerrar mais de 2 mil processos contra a empresa nos Estados Unidos relacionados à crise dos opioides.

Artigo retratado da vencedora do Nobel

Ganhadora do Nobel de Química de 2018 por seu trabalho sobre a evolução de enzimas e pesquisadora do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, a norte-americana Frances Arnold anunciou em sua conta no Twitter a retratação de um artigo científico de sua autoria publicado no ano passado na revista *Science*. “Em meu primeiro tweet de 2020, estou completamente chateada de anunciar que retratamos o artigo do ano passado sobre a síntese enzimática de *beta lactams*”, escreveu. “É doloroso admitir, mas é necessário fazer isso. Peço desculpas a todos. Estava um pouco ocupada quando o artigo foi submetido e não fiz meu trabalho direito.”

O *paper*, que não tem ligação direta com a pesquisa reconhecida pelo Nobel, sugeria que enzimas encontradas na bactéria *E. coli* poderiam ser forçadas a evoluir de maneira a lhes dar um controle extremamente preciso sobre o local em que ocorrem suas reações químicas. As tentativas de reproduzir o experimento, contudo, mostraram que as enzimas não catalisam reações com as atividades e a seletividade descritas no *paper*. Arnold não é a primeira ganhadora do Nobel a ter um trabalho retratado. Antes dela, Linda Buck, Jack Szostak, Bruce Beutler e Michael Rosbash, vencedores do prêmio de Medicina, respectivamente em 2004, 2009, 2011 e 2017, também tiveram artigos cancelados.

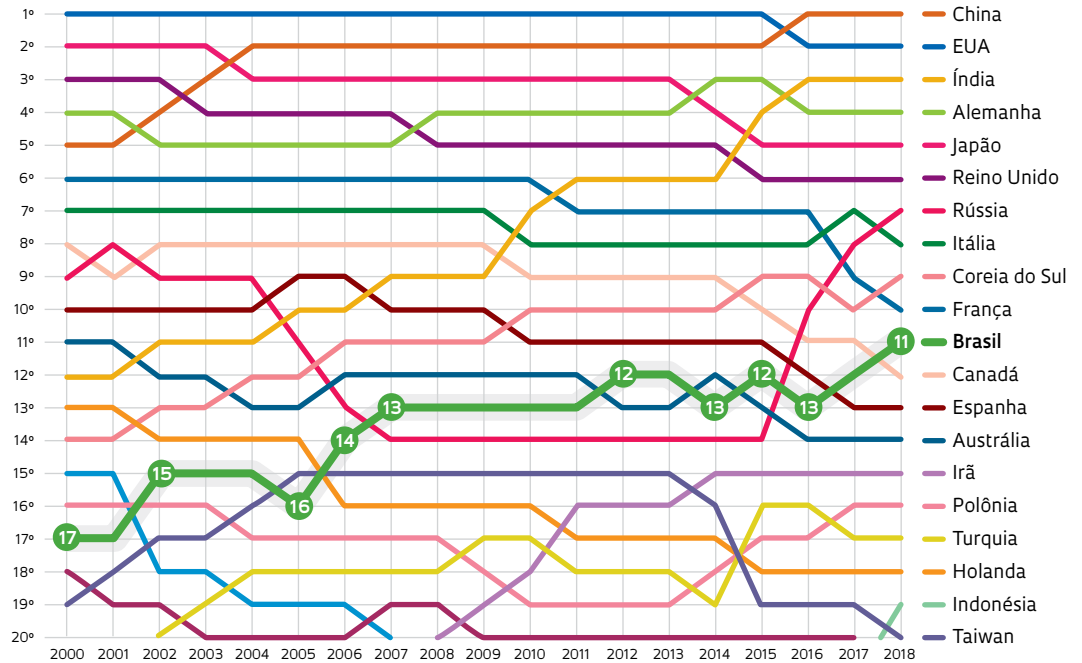
► O Science and Engineering Indicators 2020, da National Science Foundation (NSF, EUA), mostra a contagem de artigos científicos¹ por país de 2000 a 2018, feita de duas formas.

► A **Figura 1** inclui os 20 primeiros países (em 2018), quando se conta proporcionalmente o número de autores de cada país (contagem fracionária²). Segundo esse método, o Brasil passou de 17º em 2000 para 11º, em 2018, entre os países que mais publicam artigos internacionalmente, quando o número de artigos atribuídos ao Brasil foi de 60.147,96.

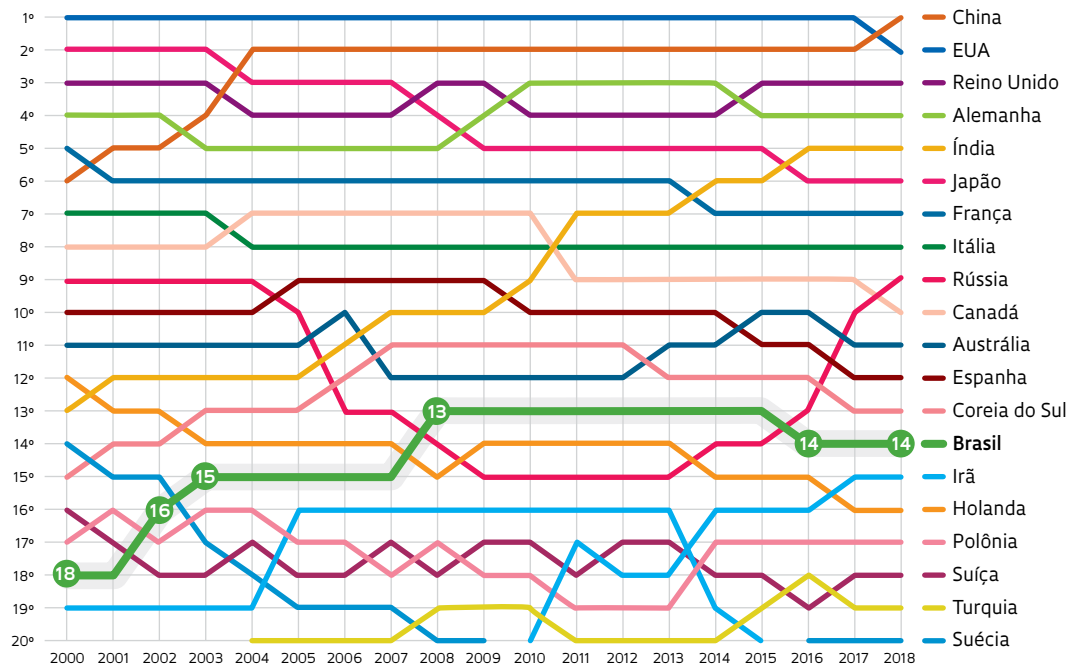
► Na **Figura 2**, mostra-se a classificação quando os artigos são contabilizados integralmente para cada país representado pelos autores (contagem inteira³). Por esse método, o Brasil passou de 18º em 2000 para 14º em 2018, quando pesquisadores do país se incluíam entre os autores de 73.073 trabalhos.

► Entre os 20 países líderes em 2018, o Brasil apresentou o 6º maior crescimento anual (8,98%) na contagem fracionária, e o 5º maior (9,07%), na inteira.

1. POSIÇÃO (NÚMERO DE PUBLICAÇÕES – CONTAGEM FRACIONÁRIA)



2. POSIÇÃO (NÚMERO DE PUBLICAÇÕES – CONTAGEM INTEIRA)



NOTAS (1) BASE SCOPUS/ELSEVIER, ARTIGOS PUBLICADOS EM REVISTAS E EM "PROCEEDINGS" DE CONFERÊNCIAS COM REVISÃO POR PARES, EM CIÊNCIAS E ENGENHARIAS (HTTPS://NCSES.NSF.GOV/PUBS/NSB20206/TECHNICAL-APPENDIX/). (2) A CONTAGEM FRACIONÁRIA CONTABILIZA, PARA CADA PAÍS REPRESENTADO ENTRE OS AUTORES, A FRAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DOS AUTORES DO PAÍS ENTRE TODOS OS AUTORES DO ARTIGO. ESTE MÉTODO FOI O UTILIZADO PELA NSF NO CORPO DE SUA PUBLICAÇÃO, POIS ELIMINA O EFEITO DE ARTIGOS COM MUITOS AUTORES DE MUITOS PAÍSES. SEGUNDO ESSE MÉTODO, A SOMA DOS ARTIGOS DE CADA PAÍS É O TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS EM CADA ANO. (3) A CONTAGEM INTEIRA CONTABILIZA UM ARTIGO PARA CADA PAÍS REPRESENTADO ENTRE OS AUTORES. NESSE CASO, UM ARTIGO PODE SER CONTADO DIVERSAS VEZES, UMA VEZ PARA CADA PAÍS REPRESENTADO ENTRE OS AUTORES.

FONTES PUBLICATIONS OUTPUT, U.S. TRENDS AND INTERNATIONAL COMPARISONS (TAB. NSB20206-TAB505A-002.XLSX). SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS 2020, NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, EUA. HTTPS://NCSES.NSF.GOV/PUBS/NSB20206/PUBLICATION-OUTPUT-BY-REGION-COUNTRY-OR-ECONOMY



Pausa para reflexão

Estabelecido no final do século XIX nos Estados Unidos, período sabático constitui oportunidade de crescimento pessoal e pode se traduzir em benefícios profissionais

Associado a uma fase de descanso ou interpretado como férias prolongadas, é comum relacionar o período sabático ao afastamento das atividades corriqueiras de trabalho. Cada vez mais, no entanto, a ideia diz respeito à oportunidade que estudantes e pesquisadores de distintas áreas do conhecimento, bem como profissionais de empresas privadas, têm de se dedicar a projetos pessoais, com potencial de aprimoramento, inclusive profissional.

Inspirado no *shabbath* – designação do dia de descanso semanal na tradição judaica –, um período sabático costuma desenvolver-se em intervalos de tempo que variam entre seis meses e um ano. “Historicamente, ele tem início com a profissionalização de carreiras em universidades dos Estados Unidos, mais precisamente em Harvard”, informa Sean Purdy, do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e

Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Foi naquela instituição que, em 1880, o filólogo Charles Lanman (1850-1941) obteve autorização para um ano de descanso remunerado, depois de seis anos completos de trabalho. “Trata-se de um dos primeiros registros da oficialização de um ano sabático”, conta Purdy. A partir de então, essas pausas acadêmicas passaram a se tornar comuns mundo afora. Os programas não apresentam regras padronizadas. São administrados de diferentes formas, de acordo com os preceitos de cada instituição. “Há estatutos que preveem, inclusive, a suspensão de sabáticos em períodos de crise econômica, por exemplo”, diz Purdy.

Entre os universitários, o período permite a ampliação de conhecimentos adquiridos nas áreas em que atuam, podendo resultar em ganhos duradouros. De acordo com estudo da Gap Year Association – organização dedicada à prospecção,

promoção e orientação sobre sabáticos nos Estados Unidos –, realizado com cerca de mil universitários do país, um sabático pode ter impactos concretos no desempenho acadêmico, como a obtenção de notas mais altas e maior interesse por estudos interdisciplinares. Para estudantes mais jovens que acabam de terminar o ensino médio, um sabático pode contribuir na definição da carreira profissional, decisão que muitas vezes é tomada sem reflexão prévia.

No Brasil, os programas sabáticos ganharam impulso na década de 1990, inicialmente no setor privado, com empresas de tecnologia adotando a prática como estratégia de manutenção, em seus quadros funcionais, dos profissionais mais qualificados. “A partir daí, as universidades gradativamente passaram a aderir à iniciativa, oferecendo aos docentes oportunidade de se dedicarem a projetos de pesquisa mais pessoais”, conta Purdy. Antes disso, as instituições públicas de ensino

superior já ofereciam algumas possibilidades de afastamento. Em 1985, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), por exemplo, instituiu licença especial aos docentes que, transcorridos sete anos de serviço, quisessem se dedicar, inclusive fora do país, a seis meses de pesquisa. Adotadas em distintas instituições de ensino superior do país, as chamadas licenças-prêmio, substituídas mais tarde pelas licenças de capacitação, permitem o afastamento por três meses e são concedidas a cada cinco anos de exercício. “São categorias diferentes, com menor duração, mas que acabaram por influenciar o surgimento de programas de ano sabático por aqui”, informa.

PROGRAMA OFICIAL

Em 2015, em iniciativa pioneira no Brasil, o Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP deu início ao programa Ano Sabático. Idealizado em 1991 pelo físico nuclear e professor Mahir Saleh Hussein, coordenador do Grupo de Pesquisa Astrofísica Nuclear Não Convencional do IEA, o programa vem se desenvolvendo em parceria com a Pró-reitoria de Pesquisa da universidade. Aberto exclusivamente aos professores da USP, o programa exige sete anos de dedicação integral à docência e à pesquisa. Durante sua vigência, os participantes ficam dispensados, por um ano, de atividades didáticas e administrativas. Para participar, precisam submeter súmula curricular e projeto de

pesquisa a uma comissão de cientistas e ao conselho deliberativo do IEA, que pode selecionar até 12 projetos por ano. Os escolhidos contam com auxílio semestral de R\$ 6 mil para custear a realização de conferências, seminários ou outros eventos científicos, relacionados ao tema investigado.

“O programa oferece um espaço de diálogo mais aberto, com produção de conhecimento que agrega várias vertentes”, afirma Belinda Mandelbaum, do Departamento de Psicologia Social e do Trabalho do Instituto de Psicologia da USP e coordenadora do Laboratório de Estudos da Família, Relações de Gênero e Sexualidade, na mesma instituição. Com projeto selecionado para a edição de 2019, Mandelbaum viu no programa uma oportunidade de ampliar seu campo de pesquisa, relacionando temas de sua área com outros da literatura. “Como chefe de departamento, estava muito envolvida com atividades docentes e administrativas. Essa foi a chance de fazer uma pausa e me dedicar a um projeto de pesquisa interdisciplinar”, conta. A ideia de se candidatar surgiu a partir de disciplina de pós-graduação lecionada em conjunto com Yudith Rosebaum, da área de literatura brasileira. Intitulada “Figurações da família na literatura brasileira do século XX”, a pesquisa de Mandelbaum investiga concepções de vínculos e dinâmicas familiares presentes na literatura produzida por autores como Guimarães Rosa (1908-1967), Clarice Lispector

(1920-1977), Carlos Drummond de Andrade (1902-1987), Mário de Andrade (1893-1945) e Raduan Nassar.

ESFORÇO PREMIADO

Foi durante um sabático, em 1988, na Universidade Paris-Sul, na França, que o físico Mario Baibich, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF-UFRGS), teve a oportunidade de participar de uma investigação científica que, quase 20 anos depois, renderia um Prêmio Nobel de Física aos cientistas Albert Fert, da França, e Peter Grünberg (1939-2018), da atual República Tcheca. “Desde o início da colaboração pude perceber que estava participando de algo grandioso”, recorda Baibich, primeiro autor do artigo que acabou por render o prêmio, em 2007, aos dois físicos. Na ocasião, estudava a magnetorresistência – hoje conhecida como magnetorresistência gigante – em nanoestruturas de cromo e ferro, cujas descobertas foram decisivas para ampliar a capacidade de armazenamento dos discos rígidos de aparelhos como computadores, telefones celulares, máquinas fotográficas, dentre outros, permitindo que superassem o limite dos gigabytes.

Baibich colaborou com a pesquisa premiada a partir de um estágio de pós-doutorado. “Foi minha primeira e única experiência em um sabático. Passadas mais de três décadas, ainda hoje reflete em minhas atividades de pesquisa e docência”, conclui. ■ Sidnei Santos de Oliveira

Planejando o sabático

Período pode ser dedicado ao aprendizado de uma língua, ao aprofundamento de uma investigação científica ou a ações de voluntariado

1 Para escolher o programa mais adequado, defina seus objetivos

2 Estabeleça o tempo que será dedicado às atividades do sabático



3 Calcule os gastos necessários. Veja se eles cabem em seu orçamento ou dependem de financiamento externo

4 Antes de iniciar o período de afastamento, certifique-se das implicações envolvendo seu vínculo institucional

5 Pense nos resultados da experiência e em como incorporá-los em sua rotina, na volta ao trabalho



PERFIL

Para erradicar a malária

Estudante congolês utiliza sistema de inteligência artificial no combate à doença que atinge mais de 210 milhões de pessoas por ano

Louison Mbombo nasceu em Kinshasa, na República Democrática do Congo, mas mora no Brasil desde 2013. Há cinco anos, decidiu fundar, em seu país, uma organização não governamental (ONG) para atuar na área de saúde, sobretudo no combate à malária e no desenvolvimento de ações humanitárias relacionadas à desnutrição infantil, à violência contra a mulher e à prevenção de infecção pelo vírus HIV, causador da Aids. Tratou de denominá-la Solidariedade na Mokili, que significa solidariedade no mundo.

A iniciativa vem sendo reconhecida. No final de 2019, o estudante da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) recebeu o prêmio Melhor Inovação Humanitária 2019 de The Dutch Coalition for Humanitarian Innovation (DCHI) pela utilização de ferramentas de inteligência artificial no combate à malária. Ao sistematizar dados sobre a doença, o sistema

concebido por Mbombo possibilita a previsão de quando ocorrerão surtos e confere agilidade às intervenções.

Criado em parceria com o Google e a Microsoft, o programa permite, por exemplo, cruzar dados sobre o número de casos de determinada região com os períodos de chuva intensa. O fator meteorológico é relevante porque as larvas do mosquito do gênero Anopheles, transmissor da doença, desenvolvem-se em locais com acúmulo de água parada. A partir daí, torna-se possível antecipar onde e quando devem surgir novos casos e estabelecer ações de prevenção em regiões específicas, com a distribuição, por exemplo, de mosquiteiros. “Desde que o programa começou a funcionar, em 2016, já entregamos mais de 8 mil peças”, conta o jovem de 24 anos.

A motivação para criar a ONG surgiu quando Mbombo assistiu, na internet, ao vídeo de uma criança

Mbombo participa de encontro de jovens líderes da Comissão Europeia, em Bruxelas, em 2019

congolesa, afetada pela doença, que dizia viver apenas para esperar a morte. “Aquilo mexeu muito comigo. Imediatamente comecei a pensar em uma forma de mudar essa realidade”, lembra. Depois de discutir a questão com profissionais da área da saúde – seu pai atua como médico cirurgião no país – veio a ideia de estruturar uma rede de atendimento às vítimas da malária, doença que responde por 70% das mortes de crianças com menos de cinco anos, no Congo. A cada ano, são diagnosticados em média 25 milhões de casos da doença no país, sendo que 40% da população usa todo o dinheiro que possui em tratamentos.

Para viabilizar atendimento gratuito à população carente, a ONG trabalha em parceria com centros de saúde de seis províncias do Congo. A instituição mantém um cadastro das famílias economicamente vulneráveis, que recebem atendimento sem custos, em caso de infecção. “Lá, não existe um sistema público de saúde, como o SUS [Sistema Único de Saúde], e, por isso, as pessoas não têm costume de ir ao hospital”, explica.

Além de ter seu projeto premiado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) em 2017, no ano passado Mbombo também foi considerado um dos 15 jovens líderes mais influentes do mundo, segundo ranking estabelecido pela União Europeia (UE). O reconhecimento levou-o a participar dos European Development Days em Bruxelas, na Bélgica, encontro anual que discute desafios da inovação para superar a desigualdade em saúde e educação. “Meu sonho é erradicar a doença em todos os países da África.” ■ S. S. O.



VOCÊ SABIA QUE PESQUISA FAPESP TEM UM CANAL NO YOUTUBE?



COMO A AMAZÔNIA REGULA O CLIMA DO PLANETA

Desde 2012, mais de 200 vídeos foram produzidos com base em reportagens de **Pesquisa FAPESP**

Disponibilizados quinzenalmente, sempre às segundas-feiras

A partir de 2017, legendados em português e alguns em inglês

Inscriva-se no canal e receba os avisos



DRUMMOND REJEITAVA MACHADO DE ASSIS. ELE NÃO ERA O ÚNICO

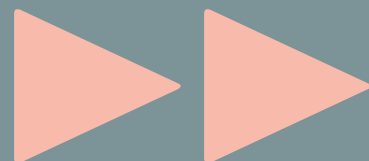


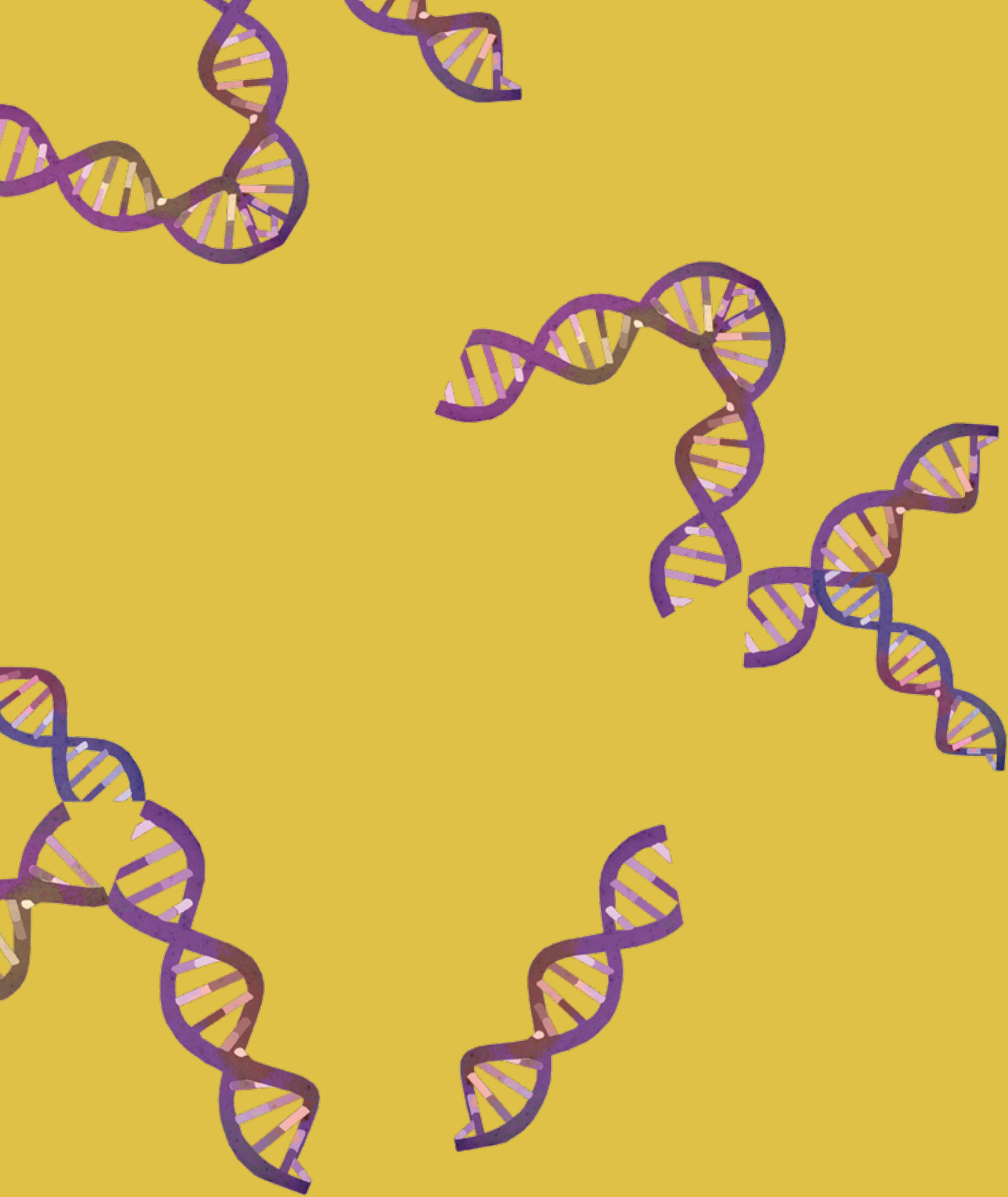
THOROH DE SOUZA: O VOZEIRÃO DO GRAFENO



COMO PROTEGER OS TUBARÕES

Compartilhe conhecimento. Acompanhe!





NAS BANCAS E LIVRARIAS
revistapesquisa.fapesp.br