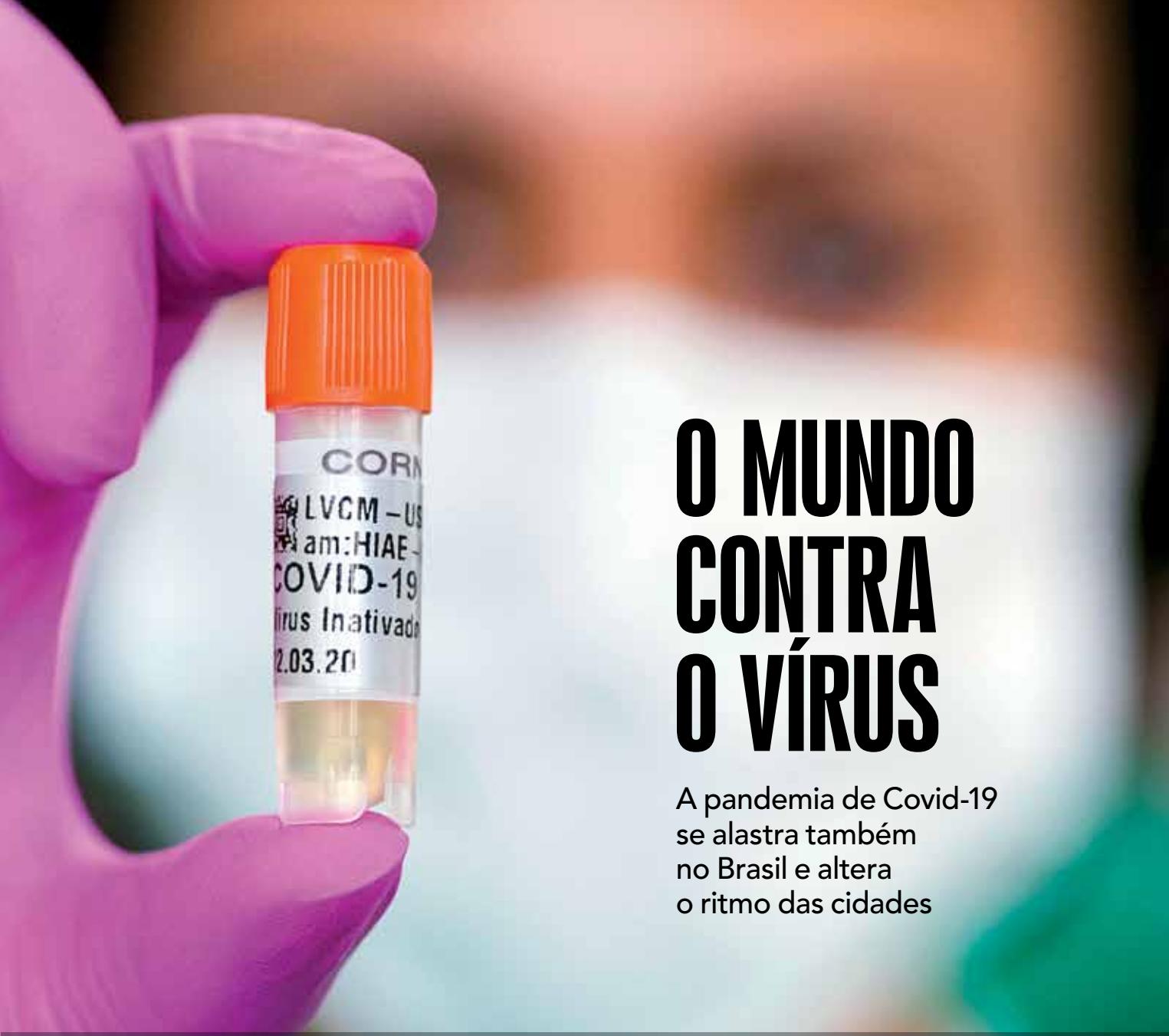


Pesquisa

FAPESP ▾

ABRIL DE 2020 | ANO 21, N. 290



O MUNDO CONTRA O VÍRUS

A pandemia de Covid-19 se alastra também no Brasil e altera o ritmo das cidades

Induzir mudança de comportamento de pesquisadores e instituições melhora a ciência, diz Brito Cruz

Com alto valor proteico, insetos entram no mercado da alimentação alternativa

Pesquisas buscam aplicações médicas de compostos extraídos da *Cannabis sativa*

Novas metas para estabilizar a biodiversidade e reverter suas perdas começam a ser definidas

Global e restrito, hábito de consumo das elites é objeto de estudo



FOLHEIE A PESQUISA FAPESP ONDE ESTIVER



Leia a revista
na plataforma ISSUU

Faça o download
de edições

PARA RECEBER OS AVISOS,
É SÓ SE CADASTRAR

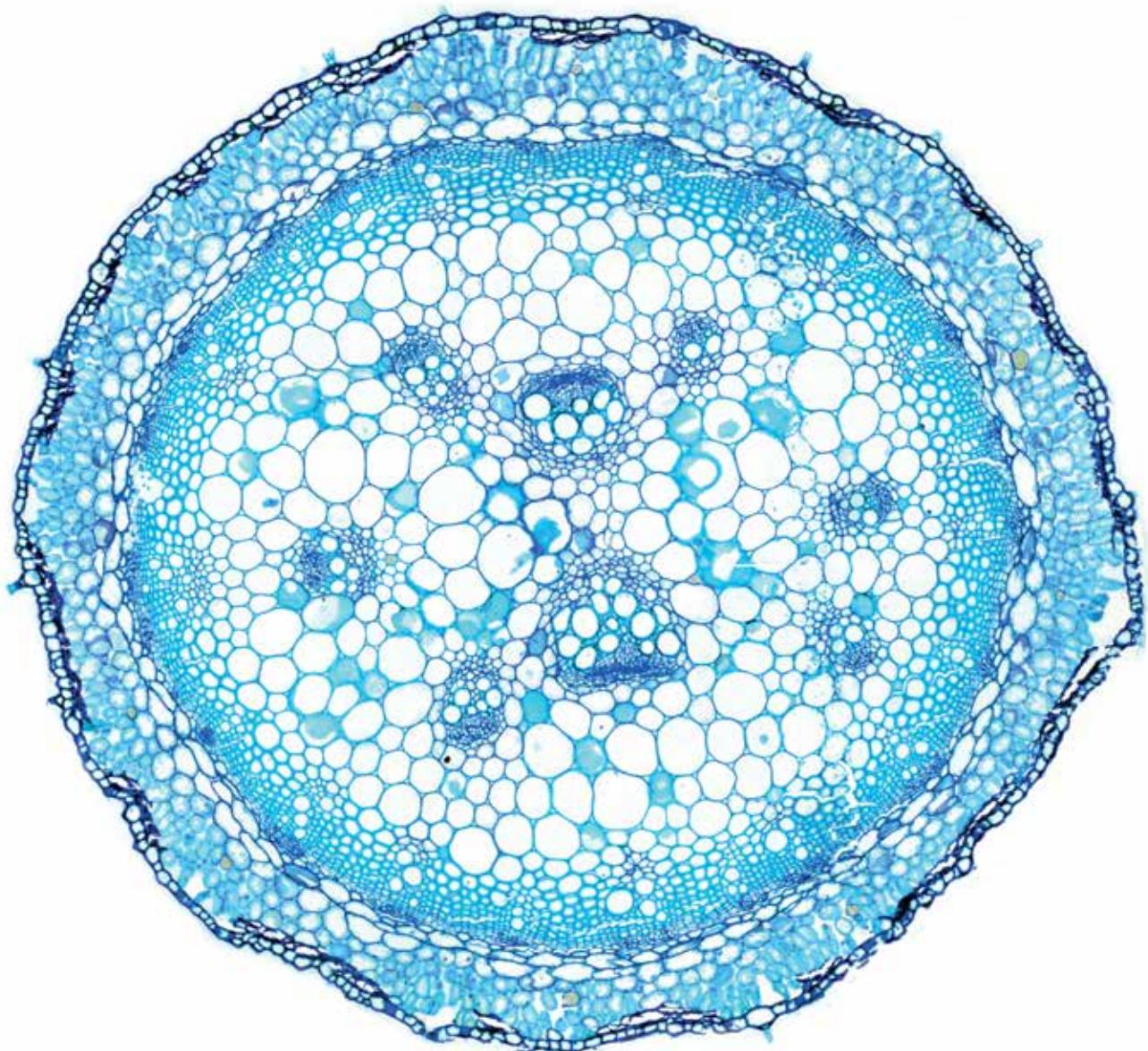


ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP



APROVEITE !

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



Renda vegetal

Quando se olha ao microscópio uma fina fatia do caule jovem de *Acleisanthes chenopodioides*, neste caso uma plantinha rasteira encontrada em desertos norte-americanos, é isto que aparece. Os agrupamentos azuis em meio ao rendilhado mais branco (a medula) são os feixes vasculares, por onde correm a seiva e a água com sais minerais.

Imagen enviada por Israel Lopes da Cunha Neto, doutorando no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP)

- 3** FOTOLAB
- 6** COMENTÁRIOS
- 7** CARTA DA EDITORA
- 8** BOAS PRÁTICAS
Plágio em larga escala provoca cancelamento de 869 artigos na Rússia
- 11** DADOS
A pesquisa científica sobre coronavírus
- 12** NOTAS

CAPA

- 18** Novo coronavírus se espalha pelo país, causa mortes e se soma a outras doenças respiratórias
- 24** A médica Ester Sabino prevê pico da Covid-19 no Brasil entre final de abril e começo de maio
- 26** Redução do contato social favorece controle mais rápido da disseminação do vírus

ENTREVISTA

- 28** Carlos Henrique de Brito Cruz faz um balanço de seus 15 anos como diretor científico da FAPESP

POLÍTICA C&T

- 36** Começa debate sobre novas metas para proteção da biodiversidade
- 40** Tecnologias sustentáveis podem auxiliar indústria brasileira, diz estudo
- 44** Digitalização de acervo da SBPC resgata episódios da história da entidade

CIÊNCIA

- 48** Com uso fundamentado para epilepsia, canabidiol é alvo de pesquisa intensa

- 56** O físico britânico Michael Green relata como ajudou a reformular a teoria das cordas nos anos 1980



ABRIL 2020

Frasco com células Vero de macacos, usadas para multiplicar o vírus Sars-CoV-2

Capa: a biomédica Camila Pereira Soares, do Laboratório de Virologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, segura um frasco com amostras inativadas do vírus Sars-CoV-2

foto de capa
LÉO RAMOS CHAVES



TECNOLOGIA

60 Insetos conquistam espaço como alternativa alimentar

68 Cientistas estudam como aproveitar potencial eólico offshore do país

73 Cresce a produção global de bioplásticos, opção aos polímeros tradicionais

HUMANIDADES

78 Emergência de grupos armados constitui desafio à maioria dos países latino-americanos

82 Pesquisas buscam entender hábitos de consumo das elites

86 Projeto mapeia e analisa arte sonora feita no país

90 MEMÓRIA
National Science Foundation completa 70 anos com influência mundial

94 CARREIRAS
Empresas juniores trabalham para impulsionar o empreendedorismo

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



▷ Como serão os carros do futuro?

Empresas já desenvolvem protótipos de veículos elétricos voadores, os eVTOLs, no Brasil e no mundo

bit.ly/igVeVotls



▷ Como o crescimento dos evangélicos está transformando a sociedade brasileira

Pesquisadores analisam como, em 10 anos, adeptos cresceram 61% e chegaram a diferentes esferas de participação

bit.ly/igVEvangélicos

PODCAST

Gênero, conhecimento e inovação

Edição especial de *Pesquisa Brasil* discute avanços e desafios relacionados à participação das mulheres na ciência

bit.ly/igPBR13mar20

Conteúdo a que a
mensagem se refere:

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

COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Desigualdade de gênero

 É das questões que trata a reportagem “A desigualdade escondida no equilíbrio” (edição 289) que estamos falando quando pedimos igualdade de gênero. Vamos incentivar meninas que gostam de exatas e mulheres a ocupar coordenações e presidências. Enquanto o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa) continuar com apenas duas mulheres entre os 50 pesquisadores, a luta tem que continuar.

Juliana Toledo



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

Boas práticas científicas

 A prática exposta na reportagem “O cerco às citações manipuladas” (edição 289) é também muito comum no Brasil. Apesar de as revistas não revelarem quem são os revisores, sabe-se quem são pelas “recomendações” de leitura que fazem.

Luis Ribeiro

Ester Sabino

 Pesquisa científica: é isso o que nos salvará (“Ester Sabino: Na cola do coronavírus”). Todo o resto é balela.

Girlei Cunha

 “Comecei a ver a divulgação na imprensa como uma parte do trabalho. Outro dia um deputado me perguntou que pesquisa fazemos na USP. Ora, se não sabem, é um erro nosso. Não estamos nos comunicando direito”, disse Ester Sabino para Pesquisa FAPESP. É o tipo de fala presente em uma notícia que não está publicada na *Nature* nem na *Science*, mas chega muito bem ao “seu João” e à “dona Maria”, atores sociais também interessados nesse processo.

Samara Martins

Vídeos

 Finalmente um vídeo que expõe o crescimento dos evangélicos em todas as esferas da sociedade (“Como o crescimento dos evangélicos está transformando a sociedade brasileira”).

Bia Santos

 Obrigado a Pesquisa FAPESP pela isenção. O objetivo foi fazer uma análise real dos evangélicos sem nenhum tipo de militância política contra o segmento.

Douglas Marques

 O discurso é muito bonito, porém na prática não condiz com o que ocorre de verdade em muitas das igrejas protestantes e principalmente com a bancada evangélica (em um estado teoricamente laico).

Fábio Ricardo

 Por trás desse semblante de inclusão, que promete frutos e respostas para questões imediatas, o fortalecimento dessas instituições negacionistas ameaça diretamente o livre exercício da ciência.

João Vitor

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

Textos que você só lê no site de Pesquisa FAPESP

Papagaios kea, da Nova Zelândia,
conseguem estimar probabilidades

bit.ly/igPapagaio



AMALIA BASTOS / UNIVERSIDADE DE AUCKLAND

PRESIDENTE
Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE
Ronaldo Aloisio Pilli

CONSELHO SUPERIOR

Carmo Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria Poveda Velasco, João Fernando Gomes de Oliveira, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Vanderlan da Silva Bolzaní

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 Bucci, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Hermínia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Maurício Tuffani e Mônica Teixeira

COMITÉ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Hernan 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 Fabricio Marques (*Política C&T*), Glenda Mezarroba (*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 Oliveira do Prado (*Mídias Sociais*)

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Alexandre Alfonso (*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 Algarve, Bruno de Pierro, Domingos Zaparoli, Frances Jones, Melyna Souza, Renato Pedrosa, Sandra Javera, Sidnei Santos de Oliveira, Suzel Tunés

REVISÃO TÉCNICA José Roberto Arruda, Lilian Mariutti, Luis Fernando Cassinelli, Luiz Nunes, Nathan Berkovits, Neura Bragagnolo, Walter Colli

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

TIRAGEM 29.400 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 DA EDITORA

Desafio para a ciência

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Em maio de 1919, quando arrefecia a pandemia de H1N1 conhecida como gripe espanhola, a revista *Science* publicou um artigo intitulado “As lições da pandemia”. Nele, o engenheiro sanitário e epidemiologista norte-americano George A. Soper escreveu:

“A característica mais surpreendente da pandemia era o completo mistério que a circundava. Ninguém parecia saber o que a doença era, de onde veio e como pará-la. Mentes ansiosas se perguntam hoje se uma nova onda virá. O fato é que apesar de a gripe ser uma das doenças epidêmicas mais antigas que se conhece é a menos compreendida”.

Cem anos mais tarde, o mundo enfrenta a pandemia do novo coronavírus (Covid-19), que em três meses já custou mais de 40 mil vidas e infectou quase um milhão de pessoas. Embora ambas as doenças sejam causadas por vírus que afetam o sistema respiratório, H1N1 e Covid-19 têm características diferentes, além de se desenvolverem em contextos históricos bem distintos. A gripe espanhola, em que 1/3 da população foi contaminada e 50 milhões de pessoas morreram no mundo, ocorreu no final da Primeira Guerra Mundial; o conhecimento sobre os vírus ainda era bastante incipiente, e o que causou a pandemia de 1918-9 só foi descoberto nos anos 1930.

Hoje, apesar de o relato de Soper parecer bastante atual, em poucos dias desde sua detecção inicial em Wuhan, na China, foi possível identificar a causa da doença, sequenciar o genoma do vírus, descrever seus traços principais e juntar informações sobre os grupos de risco e possíveis tratamentos. Enquanto o vírus, denominado Sars-CoV-2, segue em ritmo de contágio exponencial, a comunidade científica mundial está mobilizada para encontrar

medicamentos eficazes e desenvolver vacinas que imunizem a população.

A capa desta edição é dedicada ao tema, que domina as conversas e o noticiário. A reportagem principal faz um balanço da chegada da Covid-19 ao Brasil, que enfrenta um alto número de casos de dengue, além de sarampo e da gripe “comum”, cuja incidência cresce com a entrada no outono/inverno (página 18). Velha conhecida dos especialistas em saúde pública, agora tema de muitas discussões, a curva epidêmica é essencial para planejamento das ações de contenção da doença e tratamento dos pacientes (página 26). Em entrevista, a médica Ester Sabino conta sobre o trabalho de sequenciamento do Sars-CoV-2 logo que foi identificado no Brasil (página 24). A cobertura completa de *Pesquisa FAPESP* sobre a Covid-19 está disponível no site (<http://revistapesquisa.fapesp.br>), atualizado diariamente.

Grandes emergências como a que o Brasil começa a enfrentar demonstram a importância de ter uma ampla e bem preparada comunidade científica, com os equipamentos necessários e inserida em uma rede internacional de colaboração. Contribuir para elevar os padrões do sistema nacional de ciência e tecnologia é o objetivo a que o físico Carlos Henrique de Brito Cruz se dedicou nos últimos 15 anos, à frente da Diretoria Científica da FAPESP. Em vias de encerrar o seu mandato, Brito Cruz concedeu entrevista na qual fez um balanço dos avanços e desafios da Fundação e da comunidade de pesquisa (página 28). “A pesquisa em ciência e tecnologia ganhou espaço entre os valores da sociedade brasileira. E se mostrou mais conectada a desafios que interessam à sociedade, sejam emergenciais, sejam de avanço intelectual puro.”

BOAS PRÁTICAS



A doença disseminada do plágio

Comissão da Academia Russa de Ciências denuncia má conduta em larga escala e provoca a retratação de 869 artigos

Uma investigação sobre má conduta que escrutinou milhares de revistas científicas da Rússia levou a uma retratação massiva de 869 artigos. Na maioria dos casos, constatou-se a existência de plágio nas publicações. O cancelamento do grande volume de *papers* foi obra da Comissão de Combate à Falsificação na Pesquisa Científica, indicada pela Academia Russa de Ciências (RAS) e formada por pesquisadores com experiência em examinar fraudes. “Trata-se da maior retratação de artigos na história da ciência russa”, disse ao jornal *The Washington Post* Andrei Zayakin, pesquisador do Instituto de Física Teórica e Experimental, em Moscou, e secretário científico da comissão. “Até dois anos atrás, havia retratações esporádicas, que não chegavam às dezenas.”

A comissão utilizou um software que detecta repetição de trechos em textos para esquadrinhar milhares de periódicos escritos em russo. Os artigos suspeitos foram conferidos um por um e, em muitos deles, observou-se plágio ou a publicação de um mesmo conteúdo em duas revistas diferentes, um truque usado para inflar a produção científica de um pesquisador. Curiosamente, nem sempre os nomes que assinavam os artigos duplicados eram os mesmos – a suspeita é que pesquisadores tenham pago para se tornar coautores de *papers* republicados de outras pessoas, um artifício classificado pelos investigadores como “autoria obscura”.

De acordo com Zayakin, o plágio é um expediente frequente também em teses e trabalhos acadêmicos. Em maio de 2018, a Dissernet, uma rede criada para remover artigos fraudulentos das revistas russas, concluiu que 7.251 estudantes russos se formaram apresentando trabalhos plagiados. A maioria deles era das áreas de direito, educação e economia, mas também havia 529 médicos. Andrei Zayakin foi um dos cofundadores da rede Dissernet. Ele menciona situações absurdas, como a de um jovem pesquisador siberiano que copiou trechos de uma tese defendida em 2015 pela pesquisadora Svetlana Mikhailova, da Universidade Estadual de Tecnologia e Administração da Sibéria Oriental. O plagiador copiou trechos da tese em seis artigos acadêmicos que publicou com vários coautores – entre os quais o reitor de uma universidade.

Os 869 artigos retratados são apenas uma fração dos trabalhos problemáticos mapeados pela comissão. Na verdade, os investigadores solicitaram o cancelamento de 2.528 artigos publicados em 541 revistas ao reunir evidências de plágio, duplicação e autoria duvidosa. Desse total, 390 periódicos se manifestaram sobre o pedido. Apenas 263 concordaram em cancelar todos os textos suspeitos, enquanto outros aceitaram retratar alguns dos *papers*, mas não todos. Houve ainda publicações que deram razões legítimas para que os documentos não sejam cancelados. Oito periódicos se recusaram a avaliar o pedido – e a comissão já pediu que cinco deles sejam excluídos do Russian Science Citation Index, uma base de dados que indexa a produção científica do país. Como a publicação em periódicos indexados é condição para obter promoções ou pedir financiamento para projetos científicos,

a tendência é que a exclusão dessas revistas espante novos autores.

A comissão já tinha ideia do que iria encontrar. De acordo com reportagem divulgada em janeiro na revista *Science*, há mais de 6 mil periódicos na Rússia, na maioria escritos no idioma local, que são populares entre os pesquisadores – um estudo realizado no ano passado mostrou que os russos costumam publicar artigos científicos em jornais locais com uma frequência superior à de pesquisadores de países como Alemanha, Indonésia e Polônia. Tais publicações nem sempre seguem práticas de integridade consagradas internacionalmente. A Dissernet identificou em 2018 cerca de 4 mil casos de plágio e de autoria suspeita entre mais de 150 mil artigos de 1,5 mil periódicos.

Outro levantamento, esse do ano passado, demonstrou o costume de pesquisadores russos de publicar seus trabalhos em duas revistas diferentes ao mesmo tempo para inflar seu desempenho acadêmico. A empresa de detecção de software Autoplagiat analisou 4,3 milhões de trabalhos científicos em língua russa e constatou que 70 mil haviam sido publicados ao menos duas vezes – houve casos em que um mesmo artigo foi republicado 17 vezes.

O problema não é novo e tem razões complexas, mas o esforço recente do governo para ampliar a produtividade científica do país pode tê-lo agravado. Em 2018, o ministro da Ciência e Educação Superior da Rússia, Mikhail Kotyukov, propôs como meta dobrar o número de artigos de pesquisadores nacionais, e as universidades passaram a oferecer recursos e promoções para os mais produtivos. “Criou-se uma espécie de aldeia Potemkin, em que as universidades reportam a publicação do maior número possível de artigos, mas ninguém os lê”, disse ao *Washington Post* Anna Kuleshova, presidente do conselho de ética da Associação Russa de Editoras e Editores Científicos. Aldeia Potemkin é uma referência a uma vila de fachada construída para impressionar a imperatriz russa Catarina, a Grande, durante a sua viagem à Crimeia em 1787.

O trabalho da comissão já havia provocado uma celeuma em setembro, quando houve a eleição de novos membros da RAS. Uma lista com 56 candidatos envolvidos com plágio e fraudes foi divulgada pela comissão, com a recomendação expressa de que não recebessem votos. Das 200 vagas abertas, poucos dos nomes denunciados acabaram eleitos. ■

Fabrício Marques

Jovens têm mais receio de denunciar má conduta

Um grupo de especialistas em integridade científica da Holanda e da Noruega entrevistou 1,1 mil pesquisadores de oito universidades europeias e constatou que os mais jovens são os menos propensos a denunciar casos de má conduta. Os pesquisadores na faixa dos 21 aos 39 anos disseram ter relatado apenas um terço dos desvios éticos que testemunharam. Já os acadêmicos na faixa acima dos 40 anos reportaram a metade dos casos e os com idade entre 50 e 59 anos, 65% dos casos.

O estudo foi publicado na revista *Science and Engineering Ethics*. “Relatar casos de má conduta e fazer com que as instituições os investiguem e punam quando necessário são requisitos fundamentais para o funcionamento da ciência”, disse um dos autores do estudo, Serge Horbach, pesquisador da Universidade Radboud, que também atua no Centro de Estudos de Ciência e Tecnologia da Universidade de Leiden, na Holanda. “Quando deixamos

de falar abertamente sobre esses casos, atrapalhamos esse processo”, afirmou à revista *Chemistry World*. Segundo Horbach, os pesquisadores mais jovens se sentem mais vulneráveis às repercussões de uma denúncia e avaliam que têm mais a perder, mas também declaram não conhecer os procedimentos apropriados para fazer reclamações. Alguns justificaram o silêncio dizendo não ver disposição dos superiores em tomar ações corretivas.

O ânimo para denunciar revelou-se maior entre pesquisadores com empregos estáveis (59% do total) do que entre os que ocupavam posições temporárias (31%). Em relação ao gênero, 51% dos homens relataram desvios que testemunharam, ante 45% das mulheres. O trabalho também mostrou que os pesquisadores denunciam com mais facilidade casos notórios de má conduta, envolvendo, por exemplo, plágio e falsificação de dados. Mas problemas que inspiram interpretações dúbiais, como disputas sobre

atribuição de autoria ou uso seletivo de dados, são menos relatados.

O estudo recomenda reforçar o treinamento de jovens pesquisadores sobre integridade científica, capacitando-os a relatar episódios de má conduta. “Isso pode fortalecer um dos mecanismos de controle mais importantes da ciência, aquele por meio do qual colegas verificam os resultados uns dos outros”, afirmaram os autores.

Daniele Fanelli, que estuda má conduta científica na London School of Economics, no Reino Unido, chama a atenção para um efeito colateral indesejado do estímulo a denúncias de desvios. Segundo ela, muitos relatos de desvios éticos são motivados por rivalidades pessoais e profissionais entre pesquisadores. “É preciso encontrar um equilíbrio entre a proteção a quem denuncia e a exigência de padrões de evidências adequadas, para garantir que as alegações sejam feitas com integridade, e não de forma maliciosa ou frívola.”

Erro provoca retratação de artigo polêmico

Arevista *Scientific Reports* anunciou a retratação de um artigo publicado em 2019 que atribuía a flutuações no campo magnético do Sol um papel nas mudanças climáticas na Terra. De autoria de pesquisadores do Reino Unido, Rússia e Azerbaijão, o *paper* foi alvo de críticas logo depois de divulgado. Ken Rice, da Universidade de Edimburgo, no Reino Unido, reclamou que o trabalho cometeu um “erro elementar” ao fazer interpretação equivocada sobre a influência de planetas como Júpiter em mudanças na distância entre a Terra e o Sol. O artigo foi elogiado em sites criados por negacionistas da influência humana sobre o aquecimento global.

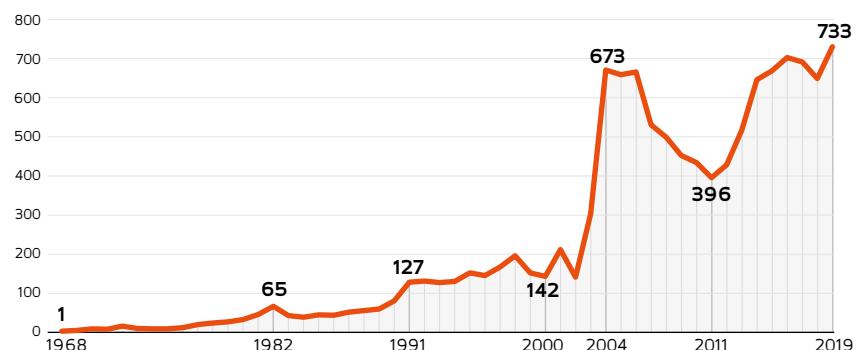
A *Scientific Reports* considerou que as críticas tinham mérito e que a imprecisão comprometia os resultados do trabalho. A autora principal do artigo, a astrofísica ucraniana Valentina Zharkova, da Universidade de Northumbria, no Reino Unido, acusou o editor da revista de atribuir ao manuscrito afirmações que não foram feitas a fim de justificar o seu cancelamento. Outros autores do *paper* também reclamaram, mas um deles concordou com a retratação: o físico Sergei Zharkov, da Universidade de Hull, também no Reino Unido. De acordo com reportagem publicada no site Retraction Watch, Sergei Zharkov é filho de Valentina Zharkova.

DADOS

A pesquisa científica sobre coronavírus

- ▶ A família do vírus coronaviridae engloba cerca de 40 espécies conhecidas, que afetam animais, tanto mamíferos como aves, alguns atingindo, com letalidade, seres humanos
- ▶ Os primeiros estudos científicos sobre coronavírus são do final da década de 1960. Desde então, foram publicados 12.347 trabalhos¹ sobre o tema no mundo
- ▶ Os saltos no gráfico, em 2003-05 e em 2012-14, devem-se às epidemias de Sars² e Mers³. Em 2020, já há mais de 200 publicações sobre o novo coronavírus em menos de três meses

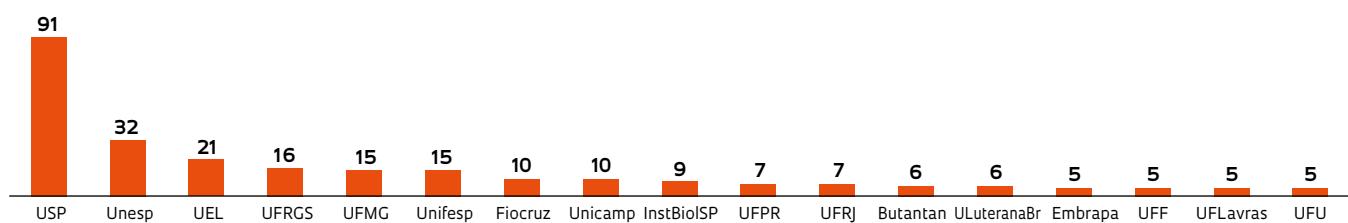
Publicações sobre coronavírus – 1968-2019



OS ESTADOS UNIDOS LIDERAM OS PAÍSES EM PUBLICAÇÕES SOBRE CORONAVÍRUS, SEGUIDOS PELA CHINA. BRASIL É O 17º DA LISTA, COM 217 PUBLICAÇÕES



NO BRASIL, OS ESTUDOS SÃO LIDERADOS PELA USP, UNESP E UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (ABAIXO, INSTITUIÇÕES COM PELO MENOS CINCO PUBLICAÇÕES)



NOTAS (1) PUBLICAÇÕES DOS TIPOS "ARTICLE", "PROCEEDING PAPER" E "REVIEW" NA CLASSIFICAÇÃO DO WEB OF SCIENCE (2) SÍNDROME RESPIRATÓRIA SEVERA AGUDA (SEVERE ACUTE RESPIRATORY SYNDROME) (3) SÍNDROME RESPIRATÓRIA DO ORIENTE MÉDIO (MIDDLE EAST RESPIRATORY SYNDROME)

FONTE WEB OF SCIENCE (CLARIVATE). CONSULTA EM 23/03/2020. METODOLOGIA DE BUSCA: TÓPICO CORONAVÍRUS

NOTAS

Um detector de cheiros e calor

O focinho dos cães (*abaixo*) é mais do que um poderoso detector de cheiros. Sem pelos, fria e úmida, a extremidade do focinho – o rinório – é também capaz de captar calor a curtas distâncias, segundo um novo estudo. Na Universidade de Lund, na Suécia, a equipe de Ronald Kröger submeteu três cães a um experimento em que tinham de escolher o mais quente de dois objetos colocados a 1,6 metro de distância para receber um pouco de ração. Um objeto estava à temperatura ambiente (cerca de 19 graus Celsius), o outro,

de 11 a 13 graus mais quente. Ambos tinham o mesmo cheiro e eram visualmente iguais. Os cães Kevin, Delfi e Charlie acertaram em ao menos 70% das vezes (*Scientific Reports*, 28 de fevereiro). O grupo também fez exames de ressonância magnética do cérebro de 13 cães enquanto eram expostos a objetos à temperatura ambiente e um pouco mais quentes. O calor ativou uma pequena área no hemisfério esquerdo do cérebro. Ao lado do morcego-vampiro, o cão é um dos raros mamíferos capaz de usar o calor para identificar uma presa.



Fumaça no topo do mundo

A atividade industrial desenvolvida a partir do século XVIII deixou registros em um dos pontos mais altos do mundo: a cordilheira dos Himalaias (acima), na Ásia. Testemunhos de gelo extraídos em 1997 da geleira Dasuopu, a 7.200 metros de altitude, guardam traços de como evoluiu a poluição do ar nos últimos 500 anos. A partir de mais ou menos 1780, quando se inicia na Europa o uso de máquinas a vapor alimentadas por carvão, houve um aumento importante na concentração de metais como cádmio, cromo, níquel e zinco aprisionados no gelo (PNAS,

25 de fevereiro). Esses metais são liberados na queima do carvão e devem ter sido transportados por quase 10 mil quilômetros até ali por correntes de ar. A elevação nos níveis de zinco também pode indicar a derrubada e queima de florestas. A partir do século XVIII, houve uma explosão populacional e necessidade de mais terra para a agricultura. "Tipicamente se obtinham áreas para plantar queimando florestas", contou Paolo Gabrielli, da Universidade do estado de Ohio, nos Estados Unidos, um dos autores do estudo, ao jornal *Ohio State News*.

Um dinossauro muito pequeno

Paleontólogos chineses e norte-americanos identificaram uma nova espécie de dinossauro, possivelmente a menor de que se tem notícia. Ela foi batizada de *Oculudentavis khaungraae* e descrita a partir de um diminuto crânio – de apenas 7,1 milímetros de comprimento – que ficou aprisionado em um âmbar de 99 milhões de anos encontrado no norte de Mianmar, no Sudeste Asiático. Apesar do tamanho, semelhante ao de um colibri-abelha-cubano (*Mellisuga helena*), a menor ave conhecida, o pequeno dinossauro devia ser um predador – possivelmente se alimentava de artrópodes e invertebrados. Suas cavidades oculares eram semelhantes às de um lagarto e suas mandíbulas tinham até 30 dentes afiados (*Nature*, 11 de março). A região em que o novo dinossauro foi encontrado é conhecida por abrigar fósseis com tecidos moles bem preservados – em geral, essas estruturas são as primeiras a se decompor e dificilmente se fossilizam.



Âmbar de 99 milhões de anos com o crânio de *O. khaungraae*



FOTOS 1 FABA / GETTY IMAGES 2 SHREE KRISHNA DHITAL / WIKIMEDIA COMMONS 3 LIDA XING 4 FERNANDO FRAZÃO / AGÊNCIA BRASIL

Os esportes e as lesões

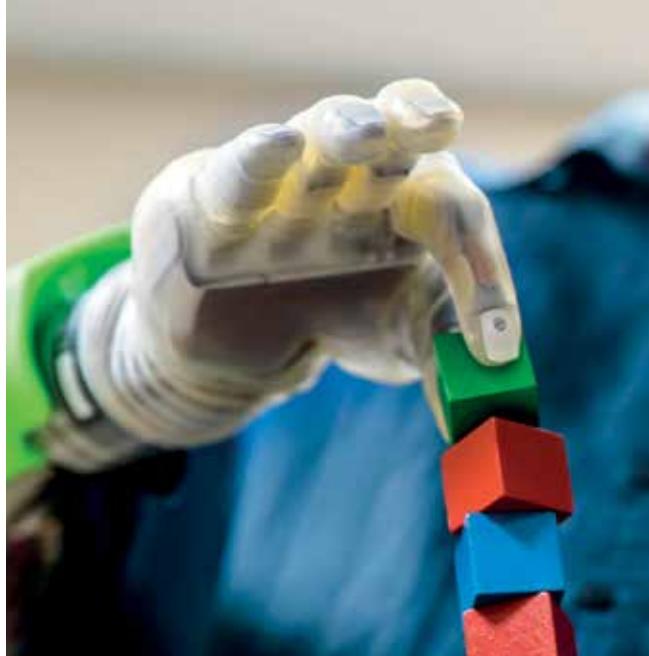
Atletas com mais de 30 anos devem redobrar a atenção com o risco de lesões. Ele aumenta de quatro a cinco vezes a partir da terceira década de vida, indica estudo coordenado pela bioquímica Jamila Perini, do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (Inteo) e do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (Uezo). No trabalho, a equipe do instituto avaliou 627 atletas com idade entre 18 e 45 anos que praticavam diferentes modalidades: 225 eram jogadores de rugby, 172 de futebol, 82 de handebol, 62 de polo aquático e 86 de lutas (judô, *ao lado*, jiu-jitsu, luta livre e artes marciais mistas). Três de cada quatro participantes haviam sofrido ao menos uma lesão. As mais frequentes eram as articulares (55% do total) e as musculares (48%). As lesões nas articulações foram mais comuns nos esportes de combate e as musculares nos jogadores de handebol (*BMC Musculoskeletal Disorders*, 24 de fevereiro).

Os riscos da malária na gravidez

Ter malária durante a gestação leva ao nascimento de crianças antes do tempo adequado e com baixo peso. É que o parasita da malária causa uma reação inflamatória na placenta, o tecido que realiza troca de gases e nutrientes entre a mãe e o bebê, constatou a equipe do biólogo Claudio Marinho, da Universidade de São Paulo (USP). Por dois anos o grupo acompanhou 600 grávidas na região do alto rio Juruá, no Acre. Parte delas contraiu malária causada pelo parasita *Plasmodium vivax*, o mais comum na região, e parte por *P. falciparum*, que danifica mais a placenta. "As mães que contraíram *P. falciparum* e tiveram bebês com baixo peso tinham placentas com mais interleucina 1 beta", conta Marinho. A interleucina é um marcador de inflamação produzido pelas células que tentam combater o invasor. O resultado é uma redução na passagem de gases e nutrientes pela placenta (*Science Advances*, 4 de março). Um anti-inflamatório usado contra artrite reumatoide reverteu os danos à placenta nos testes com roedores.



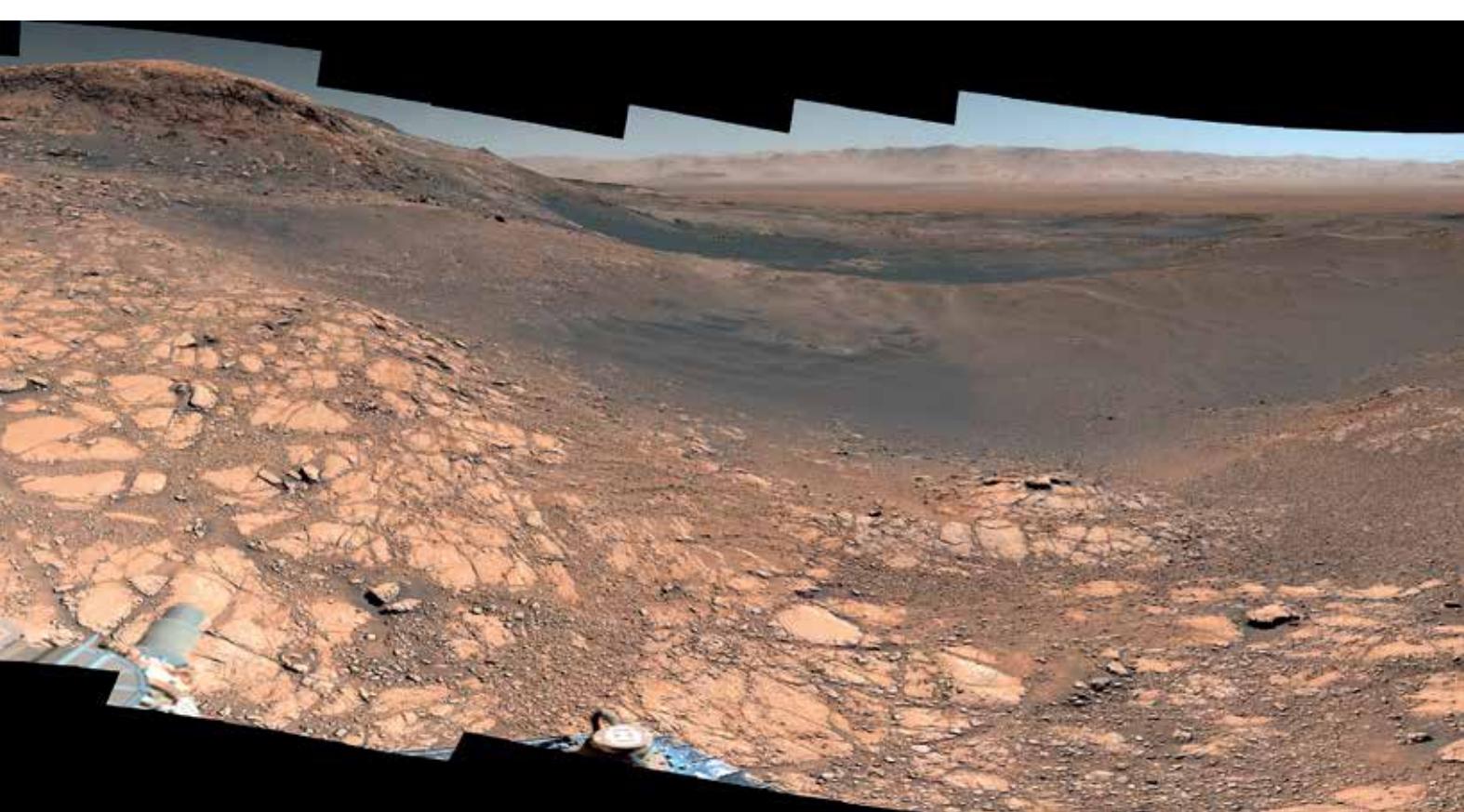
A enfermeira Jamille Dombrowski, da equipe da USP, examina gestante no Acre



2

Maior controle da prótese

Pesquisadores da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, desenvolveram uma estratégia para aprimorar o controle de próteses robóticas (acima). O grupo de Paul Cederna e Cindy Chestek implantou enxertos musculares nas extremidades dos nervos em membros amputados. O implante reinervou os enxertos aos quais foram conectados eletrodos. Desse modo, os pesquisadores amplificaram em até 100 vezes os sinais elétricos enviados para as próteses. Algoritmos de aprendizado de máquina traduziam os sinais em movimentos, permitindo o controle da prótese sem treinamento prévio. A estratégia foi testada em quatro voluntários (*Science Translational Medicine*, 4 de março).



Vitórias da ciência no Congresso Nacional

A comunidade científica obteve duas vitórias no Congresso Nacional em março. A primeira foi a exclusão do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) nº 187 de 2019, a PEC dos Fundos Públicos. O FNDCT é a principal ferramenta de apoio a projetos de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). "Foi uma vitória importante para a ciência brasileira, conquistada após ampla articulação entre entidades científicas e parlamentares em Brasília", destaca o físico Ildeu de Castro Moreira, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). A PEC faz parte de um plano do Executivo para tentar estimular a economia. A ideia é extinguir os fundos públicos vinculados a áreas específicas e direcionar seus recursos para outras finalidades. Após mobilização da comunidade científica, os parlamentares conseguiram barrar a ofensiva, retirando o FNDCT, os fundos de Segurança Pública, Antidrogas e o de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé) do escopo da PEC. Permanece indefinida, porém, a situação dos fundos setoriais que alimentam o FNDCT. A segunda vitória foi a derrubada dos vetos presidenciais à emenda que garantia proteção contra novos contingenciamentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), à Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), entre outras instituições federais do sistema nacional de CT&I.

3



Fruta no ponto certo

Uma parceria da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com a Siena Company resultou no desenvolvimento de um sensor para monitorar o amadurecimento de frutos (*acima*). Trata-se de um selo contendo nanopartículas de um composto à base de sílica que pode ser colado à embalagem ou à superfície do fruto. À medida que amadurecem, alguns frutos liberam o gás etileno, que reage com o sensor e o faz mudar de cor. Um aplicativo para celular que lê um código de barras e a cor do selo permite conhecer o estágio de maturação do fruto e as informações sobre sua origem. Batizado de Yva (fruto, em tupi-guarani), o sensor foi testado em manga e mamão. "Até onde sabemos, não existe no mercado um produto desse tipo", diz Marcos Ferreira, pesquisador da Embrapa e um dos idealizadores do sensor, que pode ajudar a reduzir as perdas na cadeia produtiva.

4



Marte em superalta resolução

Em março, a agência espacial norte-americana (Nasa) apresentou a imagem panorâmica de mais alta resolução já feita da superfície de Marte. É uma montagem de mais de mil fotos da região Glen Torridon, próximo ao monte Sharp, tiradas pelo jipe robótico Curiosity entre 24 de novembro e 1º de dezembro.



Terapia gênica no horizonte

A bioquímica norte-americana Jennifer Doudna, da Universidade da Califórnia em Berkeley, é um dos nomes mais conhecidos por trás da técnica de edição gênica CRISPR-Cas9. Em parceria com uma ex-colaboradora, a geneticista francesa Emmanuelle Charpentier, Doudna mostrou em 2012 que era possível simplificar a ferramenta e usá-la para alterar genes previamente escolhidos. Leia a seguir entrevista concedida em fevereiro, semanas antes de um estudo publicado na revista *Science* apresentar resultados promissores do uso da CRISPR contra o câncer.

Considera certo que a CRISPR será usada para tratar pessoas?

Não dou por certo que a CRISPR venha a ser usada para tratar doenças humanas. Certamente, vivemos um momento empolgante. É encorajador ver tantas pessoas de diferentes disciplinas se unindo para criar terapias que podem ajudar indivíduos com doenças para as quais ainda não há cura. Diante dessa promessa, é importante definir adequadamente as expectativas. Testes com terapias genéticas anteriores levaram a resultados malsucedidos e inesperados. Precisamos aprender com a história. Há muito esforço a ser feito para garantir que novas terapias de edição gênica sejam seguras.

Quão distante essa estratégia de edição de genes está da prática clínica?

Os ensaios clínicos podem levar vários anos. Esse tempo é necessário para avaliar a segurança e a eficácia da terapia.

A CRISPR é mais barata e fácil de usar do que outras técnicas de edição gênica. O que precisa ser aprimorado?

Há dois desafios técnicos. O primeiro é o obstáculo ao reparo do DNA. A CRISPR-Cas9 é um par de tesouras moleculares que corta as duas fitas do DNA. O passo seguinte é reparar o DNA de modo a

produzir a mudança desejada. Para essa etapa, os cientistas confiam nas proteínas de reparo do DNA presentes nas células. O problema é que introduzir uma nova sequência de DNA no local do corte nem sempre é eficiente. Para contorná-lo, alguns pesquisadores estão anexando outras proteínas ao sistema CRISPR-Cas9 capazes de alterar a molécula de DNA sem cortá-la. O segundo obstáculo é fazer as moléculas de CRISPR-Cas9 chegarem às células nas quais têm de agir, por exemplo, no cérebro, coração, pulmão. Para superar esse desafio, os cientistas estão empacotando-as em uma variedade de veículos diferentes que possam levá-las às células desejadas.

A CRISPR já está sendo avaliada em seres humanos nos Estados Unidos e na China. Havia evidências de que fosse segura?

Não posso falar sobre a estrutura regulatória da China, mas os testes de segurança e eficácia realizados pela FDA nos Estados Unidos são um processo exaustivo e robusto. Queremos que os benefícios da edição do genoma cheguem a quem precisa, mas é necessário ter consciência para não irmos rápido demais. Resultados experimentais anteriores haviam atendido os padrões da FDA, permitindo o início dos testes em seres humanos.



Praias sob risco de desaparecer

Metade das praias do planeta pode sumir até o final do século por causa do aumento do nível do mar e da erosão decorrentes das mudanças climáticas. O alerta deriva de projeções feitas por Michalis Voudoukas, do Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia, e colaboradores. Eles usaram imagens de satélite de mudanças ocorridas nas linhas costeiras entre 1984 e 2015 e extrapolaram para as próximas décadas, tomando como base dois cenários de mudanças climáticas: um otimista e outro pessimista. No primeiro, pode ocorrer um aumento de 50 centímetros (cm) no nível do mar e a erosão de 95 mil quilômetros (km) de praias do mundo (*Nature Climate Change*, 2 de março). No cenário pessimista, o mar sobe cerca de 80 cm e 132 mil km de praias ficariam submersos. Gâmbia e Guiné-Bissau, na África, podem perder mais de 60% de suas praias. Em números absolutos, a Austrália seria um dos países mais afetados, com redução de quase metade (12 mil km) de suas praias.

Ilha de Schiermonnikoog, nos Países Baixos, em 1986 (no alto) e 2016 (ao lado)



Retrato de escravos no século XIX: mistura de diferentes etnias

América, mosaico da África

O tráfico de escravos africanos, maior movimento de migração forçada documentado pela história, moldou a composição genética das populações de norte a sul das Américas. Mais de 12,5 milhões de africanos foram trazidos para o continente americano de 1514 a 1866 – a maior parte (61%) entre 1750 e 1850. Esse período de maior tráfico transatlântico de escravos coincidiu com o aumento da

miscigenação nas Américas (*Molecular Biology and Evolution*, 3 de março). Uma equipe internacional coordenada pelo geneticista Eduardo Tarazona Santos, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), encontrou sinais dessa mistura no genoma de nove populações das Américas com ascendência africana. No trabalho, os pesquisadores compararam o perfil genético de 6.267 indivíduos oriundos dessas populações e de

outras 11 da África. Os dados sugerem que a mistura nas Américas se intensificou entre 1750 e 1850, com o pico da chegada de africanos escravizados. Uma consequência da vinda de um número tão elevado de pessoas e da miscigenação é que, nas Américas, cada população afrodescendente preserva uma parte importante da diversidade das populações que partiram da África entre 500 e 150 anos atrás.

CAPAS

CORONAVÍRUS AVANÇA NO BRASIL

A Covid-19 chega com força ao país,
que já enfrenta uma epidemia de dengue

Carlos Fioravanti



Belo Horizonte,
20 de março de 2020:
bombeiros usando
roupa de proteção
participam de
treinamento contra
o coronavírus

DOUGLAS MAGNO / AFP

Duvok
Enquanto crescem diariamente os números de pessoas infectadas e de mortes causadas pelo novo coronavírus, o Brasil gradativamente para e a população adota as recomendações para conter a transmissão da Covid-19, conscientiza-se da gravidade da situação e aprende sobre os possíveis impactos da pandemia que começou em dezembro de 2019 na China e chegou ao país em fevereiro de 2020. Até 1º de abril, o vírus Sars-CoV-2 havia se espalhado por 180 países, com 926 mil casos registrados e 46 mil mortes. No Brasil, ocorreram até então 240 mortes e o número de casos chegou a 6,8 mil, dobrando em um ou dois dias e decuplicando em uma semana, com a possibilidade de aumentar ainda mais rapidamente a partir do final de abril ou início de maio, quando a temperatura cai e doenças respiratórias como a Covid-19 se propagam mais facilmente. O site de Pesquisa FAPESP (www.revistapesquisa.fapesp.br) traz mapas com os números atualizados diariamente de casos confirmados e de mortes no Brasil e no mundo.

Registradas em março em São Paulo e no Rio de Janeiro, as primeiras mortes aumentaram a apreensão sobre os rumos da epidemia no país (ver mapas atualizados em www.revistapesquisa.fapesp.br). Especialistas de órgãos públicos da saúde e de universidades preveem dezenas de milhares de casos e milhares de mortos no

Brasil por causa da Covid-19. Mundialmente, a taxa de mortalidade foi, em média, de 3,4% das pessoas infectadas, mas variou muito entre os países – 0,2% na Alemanha e na Noruega, 2,2% na França, 3,9% na China, 6,1% no Irã e 7,9% na Itália –, dependendo do estado de saúde e da idade das pessoas infectadas e do acesso a serviços de saúde.

O Sars-CoV-2 deixou a sempre agitada São Paulo, com seus mais de 12 milhões de habitantes, com o trânsito irreconhecível, que fluía fácil na maioria das avenidas da cidade. Em resposta a orientações do governo do estado, escolas, universidades, museus, centros culturais e até shoppings fecharam. Lojas de rua e órgãos públicos diminuíram os horários de atendimento; muitas empresas adotaram o *home office* e mandaram seus funcionários trabalhar de casa. Numerosas outras cidades e capitais brasileiras seguiram medidas semelhantes, como já havia sido feito em outros países, para restringir a circulação das pessoas na tentativa de deter a transmissão do Sars-CoV-2.

O alcance da Covid-19 pode ser comparado com o da gripe espanhola, causada por uma variedade letal do vírus influenza A do subtipo H1N1. Também de alcance mundial, a gripe espanhola foi devastadora: infectou cerca de 500 milhões de pessoas, o equivalente a um terço da população mundial na época, e matou entre 25

milhões e 50 milhões, em geral com 20 a 40 anos, de 1918 a 1920. Na cidade de São Paulo, em poucos meses a epidemia matou 5.300 paulistanos, o equivalente a 1% da população da capital, e foi tão intensa que os mortos se acumulavam nas ruas até serem recolhidos; a cidade do Rio de Janeiro viveu uma situação similar. Em 2009, uma nova pandemia – epidemia de alcance global – do vírus H1N1 correu o planeta. Apelidada de gripe suína, por ser causada por vírus encontrados em porcos, foi a primeira pandemia do século XXI. Atingiu entre 700 milhões e 1,4 bilhão de pessoas, causando entre 150 mil e 580 mil mortes. No Brasil, foram 58 mil indivíduos infectados e 2.100 mortes.

Em março, o impacto mais dramático do coronavírus era na Itália, na Espanha e nos Estados Unidos com número de mortos crescente. A China anunciou uma queda no número de casos e o fim da transmissão do vírus na população, o que permitiu a reabertura de fábricas e a retomada dos serviços paralisados durante a epidemia. Outros países enfrentavam a chegada ou a disseminação do vírus ou já sentiam seus efeitos econômicos: a maior parte do comércio fechou enquanto os clientes se refugiaram em suas casas, os negócios das bolsas de valores, inclusive a do Brasil, caíram e a produção de empresas que dependiam de peças vindas da China foi interrompida. O presidente norte-americano, Donald Trump, chegou a citar uma cada vez mais provável recessão e anunciou um conjunto de medidas econômicas de US\$ 2 trilhões, inédito na história.

Por aqui, o governo brasileiro anunciou medidas emergenciais para reduzir o impacto econômico

da epidemia, com a liberação de R\$ 40 bilhões nos próximos dois meses para socorrer os setores mais vulneráveis, como os trabalhadores informais (38 milhões de pessoas, 41% da força de trabalho do país) e as pequenas empresas. A decretação do estado de calamidade pública pelo governo federal e do estado de São Paulo deve permitir aumentos nos gastos com saúde e redução do impacto econômico da pandemia no Brasil. O Banco Central estimou que a economia, em vez de crescer 1,9%, poderia encolher 3,2% ou até 7,7% por causa da crise gerada pela pandemia no país.

O fechamento de lojas e escolas, o isolamento residencial, o distanciamento social e a quarentena, no caso de pessoas infectadas, podem retardar a transmissão do vírus e reduzir o número de pessoas que procuram os hospitais ao mesmo tempo, mas não param completamente a circulação do vírus, de acordo com um relatório do Imperial College de Londres publicado em março e elaborado pelo epidemiologista britânico Neil Ferguson.

À medida que mais cidades do Brasil determinassem o fechamento de escolas para deter a transmissão do vírus, 41 milhões de crianças e adolescentes com idades entre 4 e 17 anos deixariam de ir às aulas e poderiam passar os dias em casa, dividindo o espaço com seus pais. Como as crianças podem abrigar e transmitir o vírus, embora apresentem apenas sintomas leves, deixá-las com os avós não era recomendável, porque o Sars-CoV-2 mostrou-se letal para pessoas com mais de 60 anos, principalmente as com doenças cardiovasculares ou renais, diabetes ou câncer.

EM BUSCA DE SOLUÇÕES

FAPESP lança editais emergenciais para pesquisa sobre coronavírus

Em março, a FAPESP lançou dois editais emergenciais, no valor total de R\$ 30 milhões, para apoiar projetos de pesquisa desenvolvidos por equipes em instituições de pesquisa ou micro e pequenas empresas interessadas em aprofundar o conhecimento sobre a infecção causada pelo Sars-CoV-2 e em desenvolver novas estratégias de contenção, testes diagnósticos ou medicamentos para conter a epidemia.

O primeiro edital, com investimento previsto de R\$ 10 milhões, destina-se a grupos de pesquisa interessados em redirecionar parcialmente projetos já em andamento para que tratem da compreensão, redução de risco, gestão

e prevenção da Covid-19 e do vírus Sars-CoV-2, ou novo coronavírus. Os projetos devem estar vinculados a auxílios à pesquisa nas modalidades Projeto Temático, Jovem Pesquisador, Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) e Centro de Pesquisa em Engenharia (CPE). Cada proposta deve ter prazo máximo de 24 meses e orçamento de até R\$ 200 mil. A data-limite para a submissão de projetos é 22 de junho de 2020. Devido à urgência do tema as propostas serão analisadas à medida que forem recebidas.

O segundo edital, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), no valor de R\$ 20 milhões, apoiará empresas de até 250 funcionários

dispostas a aplicar ou escalar processos ou produtos inovadores, como testes diagnósticos, ventiladores pulmonares, equipamentos de proteção aos profissionais da saúde, soluções de tecnologias digitais e inteligência artificial para os serviços de saúde ou atendimento aos pacientes. A chamada de propostas integra o programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe-Fase 3). Cada projeto contará com até R\$ 1,5 milhão e deverá ser executado em até 24 meses. O prazo para submissão de propostas é 6 de abril.

As chamadas de propostas podem ser acessadas em fapesp.br/14082 e fapesp.br/14087.

Roma, 17 de março de 2020: equipe médica transporta uma pessoa infectada em uma maca fechada para um hospital



O vírus alterou hábitos e trouxe para o dia a dia o conceito de distanciamento social, com recomendações como não abraçar nem beijar e permanecer a no mínimo 2 metros de outras pessoas. “As medidas de isolamento social reduziram pela metade a taxa de contágio do vírus”, observou o médico infectologista Júlio Croda, pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e integrante do Comitê de Contingência do Coronavírus no Estado de São Paulo, com base em um estudo em fase de conclusão no final de março. De acordo com esse trabalho, a taxa de transmissão entre pessoas teria caído de 4 para 2. Segundo Croda, a taxa de isolamento social, com base em dados de operadoras de telefones celulares, cresceu de 15% antes do registro do primeiro caso de Covid-19 no Brasil para 60% no final de março.

Embora necessária para evitar a propagação da doença, essa medida pode ter efeitos psicológicos indesejados. A farmacêutica Poliana Carvalho, pesquisadora da Faculdade de Medicina do ABC, observou que episódios de depressão, ataques de pânico, sintomas psicóticos e delírio aumentaram em 2002, durante a fase inicial da epidemia da síndrome respiratória aguda grave (Sars), que previa o isolamento social como forma de deter o vírus. Causada por outra variedade de coronavírus, que começou também na China, a Sars infectou cerca de 8 mil pessoas e matou aproximadamente 800 em 26 países. O Brasil não foi atingido. Mesmo com possíveis efeitos indesejados é imprescindível manter o isolamento social, segundo recomendam os infectologistas, para evitar um grande aumento no número de casos e o consequente colapso dos hospitais (*ver reportagem na página 26*).

Em um estudo publicado em abril na revista *Psychiatry Research*, Carvalho comentou que os

sintomas da infecção, como febre, dificuldade de respirar e tosse, somados à insônia e outros efeitos colaterais de medicamentos usados contra a doença, como os corticoides, podem causar ansiedade e agravar distúrbios psíquicos. Em uma entrevista coletiva no início de março, questionado sobre como deter o medo atávico das epidemias, o infectologista David Uip, coordenador do Centro de Contingência para o Coronavírus do Estado de São Paulo – hoje em isolamento por ter sido testado positivo para o Sars-CoV-2 –, respondeu, dirigindo-se aos jornalistas: “Conto com vocês”. “É muito difícil”, diz o médico epidemiologista Eduardo Massad, professor da Fundação Getulio Vargas (FGV) no Rio de Janeiro.

Além de incentivar o distanciamento social, o Ministério da Saúde antecipou o início da campanha de vacinação contra o vírus influenza, que provoca as gripes comuns, para o dia 23 de março para idosos e profissionais da saúde – a redução do número de gripes comuns facilita o diagnóstico de coronavírus – e anunciou a possibilidade de aumentar o número de leitos de unidades de terapia intensiva nos hospitais, devido ao risco de se tornarem escassos diante do eventual acúmulo de casos graves.

GRIFE, SARAMPO E DENGUE

As próximas semanas de abril, quando a temperatura cair ao menos no Sudeste e Sul do país, deverão mostrar a dimensão dessa epidemia. “Não podemos nos esquecer das doenças respiratórias causadas por outros vírus cuja incidência aumenta no inverno”, ressaltou Massad. De janeiro a julho de 2019, o vírus da gripe – um dos que se propagam mais nos meses mais frios do ano, principalmente o subtipo H1N1, responsável pela maioria dos casos – causou a morte de 339

O SARS-COV-2 NO ORGANISMO

Transmitido por gotículas de saliva, o vírus se vale das células humanas para se multiplicar

Imerso em gotículas de saliva liberadas pela tosse ou espirro, o vírus pode ser transmitido de uma pessoa para outra

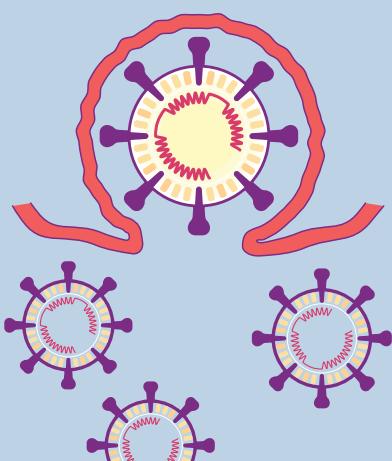
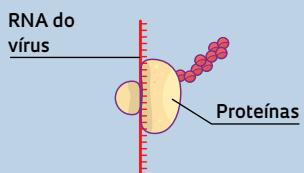
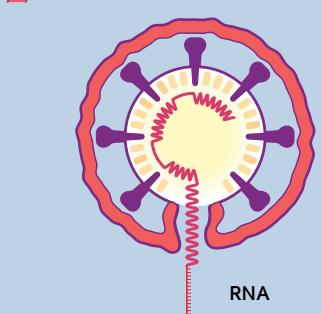
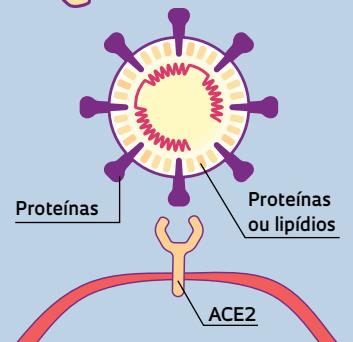
O vírus pode também ser transmitido por meio do contato pessoal ou com objetos contaminados

O vírus entra no corpo pelo nariz, boca ou olhos e se liga à enzima conversora de angiotensina (ACE2) da membrana das células

O vírus se funde com a membrana da célula e libera seu material genético, o RNA, no interior da célula

A célula infectada lê o RNA e começa a produzir proteínas que ajudarão a fazer novas cópias do vírus

Cada célula infectada pode liberar milhões de cópias do vírus. Os vírus recém-formados podem infectar novas células ou escapar dos pulmões através das secreções



pessoas no país, com 1.576 casos graves registrados. De acordo com o Ministério da Saúde, 81% das pessoas que morreram por causa da gripe no ano passado eram idosos, pessoas com diabetes ou doenças cardiovasculares ou crianças de até 5 anos. “De maio a outubro é a época de maior ocorrência de casos de influenza”, diz o epidemiologista Paulo Menezes, coordenador da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria Estadual da Saúde de São Paulo (SES-SP).

“Além disso”, ele acrescenta, “estamos passando por uma epidemia de sarampo”. Eliminado do Brasil em 2016, o vírus do sarampo reapareceu em 2018. Em 2019, o país registrou 17.529 casos e 14 mortes. De janeiro a março deste ano, o estado de São Paulo notificou 280, com um óbito, de sarampo.

Outro problema: “Estamos no meio de uma epidemia grande de dengue”, diz a médica Ester Sabino, pesquisadora da Faculdade de Medicina da USP. Nas 10 primeiras semanas deste ano, o país registrou 332 mil casos de dengue – um aumento de 45% sobre o mesmo período de 2019 –, com 77 mortes.

“Temos de aprender com o que os outros países estão fazendo para deter o coronavírus”, afirma. Ela se preocupava com a possibilidade de transmissão do vírus de pessoas infectadas para outros pacientes ou membros da equipe médica dentro dos próprios hospitais e com o excesso de pacientes: “Não há sistema de saúde do mundo que dê conta de atender muita gente ao mesmo tempo. Muitos morreram na China porque não havia médicos ou respiradores para atender a todos ao mesmo tempo” (*ver entrevista na página 24*).

O Sars-CoV-2 é transmitido por meio de gotículas de saliva. Altamente contagioso, infecta tanto pessoas que adoecem rapidamente como aquelas que permanecem assintomáticas, embora continuem a favorecer sua propagação. Seu impacto tornou-se muito maior do que o de outros vírus causadores de epidemias recentes, como a febre zika e a dengue. Ambas são disseminadas por meio do mosquito *Aedes aegypti*, comum nas regiões tropicais e subtropicais. Já o atual surto de sarampo atinge as pessoas não vacinadas. A Covid-19 é, portanto, potencialmente mais perigosa pela transmissão direta entre indivíduos, por ainda não existir vacina e se propagar em qualquer clima.

EM LABORATÓRIO

“A epidemia de coronavírus deve reforçar a ideia de que gripe é de fato uma doença e precisa ser vista mais seriamente”, diz a biomédica Danielle Oliveira, pesquisadora do Instituto de Ciências Biomédicas da USP. “Frequentemente, profissionais da saúde dizem que ‘não é nada’ para os pacientes gripados e mandam voltar ao trabalho, quando deveriam promover o isolamento, para evitar a transmissão.”

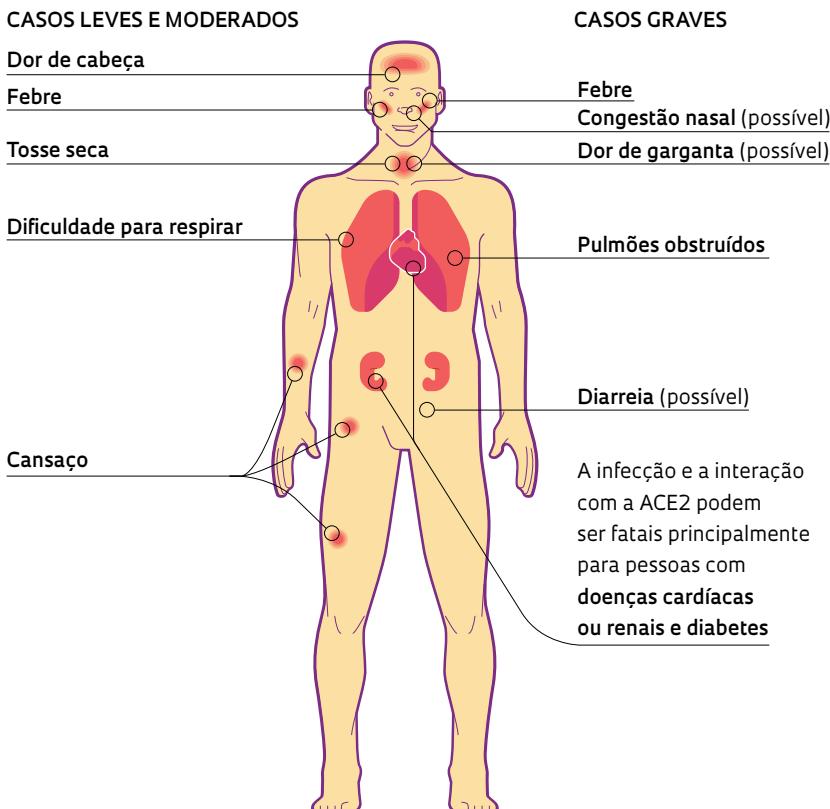
OS SINAIS DA COVID-19

Casos LEVES febre, tosse e coriza, como um resfriado comum

Casos MODERADOS febre, mal-estar geral, dor de cabeça, tosse mais intensa e dificuldade para respirar

Casos GRAVES infecção das células nos alvéolos pulmonares. Os pulmões ficam obstruídos, dificultando a respiração. A infecção macia das células dos pulmões e a reação inflamatória do organismo podem causar a doença respiratória grave e até a morte

FONTES G1, NEW YORK TIMES, EDISON DURIGON (ICB-USP), EURICO ARRUDA (FMRP-USP)



Em 29 de fevereiro, Oliveira recebeu amostras de Sars-CoV-2 colhidas dos dois primeiros pacientes identificados na cidade de São Paulo para isolar e multiplicar, com o propósito de facilitar o diagnóstico. Ela aproveitou o meio de cultura com células de rim de macaco, que tinha preparado para cultivar outro coronavírus, o NL66, que causa doença respiratória principalmente em crianças, para o material recém-chegado. Três dias depois ela já tinha amostras do material genético, o RNA, do vírus, para enviar a outros laboratórios.

O vírus tem sido intensamente estudado. Em um trabalho recente, publicado em 13 de março na *Science*, pesquisadores da Universidade do Texas e dos Institutos Nacionais de Saúde, ambos nos Estados Unidos, apresentaram a estrutura molecular de uma proteína da superfície do novo coronavírus que lhe permite infectar células humanas. De acordo com o estudo, a estrutura das espículas – as moléculas pontiagudas da superfície – do Sars-CoV-2 é similar à do causador da Sars. No entanto, anticorpos que reconheciam o agente responsável pela Sars se mostraram pouco eficientes para deter o novo coronavírus. O trabalho mostrou que a capacidade do Sars-CoV-2 de se ligar com a enzima conversora de angiotensina (ACE2) e liberar seu material genético no interior das células humanas é até 20 vezes maior que a do vírus da Sars (ver infográfico).

A subnotificação dos casos sugere que a velocidade de propagação do vírus poderia ser maior

que a registrada. Apenas 14% das pessoas infectadas antes das restrições de viagens, adotadas em 23 de janeiro, foram registradas, argumentaram pesquisadores da Universidade de Londres, no Reino Unido, em um estudo publicado em 16 de março na *Science*. De acordo com esse trabalho, as infecções sem registro foram a fonte do vírus para 79% dos casos notificados.

Em um estudo concluído no início de março, Massad verificou que um em cada 1.333 viajantes poderia estar infectado com o Sars-CoV-2 e teria 23% de chance de gerar casos secundários em áreas livres da doença. Cada pessoa infectada, ele estimou, poderia transmitir o vírus para em média outras cinco.

“Quem traz as novas doenças é a classe média, que viaja mais”, diz a epidemiologista Gizelda Katz, do Centro de Vigilância Epidemiológica da SES-SP. Foi assim, em 2009, com o vírus da gripe H1N1, que veio dos Estados Unidos para o Brasil; em 2010 com o do sarampo, que chegou com pessoas que se infectaram na Noruega, em Israel e Malta; e agora com o Sars-CoV-2, vindo da Itália. “O vírus da gripe espanhola demorou três meses para dar volta ao mundo no início do século XX, enquanto esse coronavírus levou 48 horas”, observou o virologista Edson Durigon, do Instituto de Ciências Biomédicas da USP. ■

NA COLA DO CORONAVÍRUS

Pesquisadora que coordenou o sequenciamento genético da nova variedade diz que pico da doença no Brasil deve ocorrer entre o final de abril e o começo de maio

Quando chegou ao Brasil, em fevereiro, o mais recente coronavírus que emergiu na China encontrou uma equipe de pesquisadores preparada, que já trabalhava com o agente causador da dengue, dominava uma técnica de mapeamento genético rápido e não perdeu tempo para mergulhar no sequenciamento das amostras de vírus colhidas dos primeiros pacientes atendidos na cidade de São Paulo. À frente desse grupo está a médica Ester Sabino, paulistana de 60 anos, pesquisadora do Instituto de Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IMT-FM-USP) e coordenadora do Centro Conjunto Brasil-Reino Unido para Descoberta, Diagnóstico, Genômica e Epidemiologia de Arbovírus (Cadde), financiado pela FAPESP e pelo Medical Research Council, do Reino Unido.

Não é a primeira vez que ela faz esse tipo de trabalho. No início da década de 1990, quando estava no Instituto Adolfo Lutz (IAL) e na Fundação Pró-Sangue, Sabino participou do sequenciamento das variedades de HIV encontradas no Brasil. Nos anos seguintes, ela articulou grupos de pesquisa em transfusão de sangue e doenças tropicais para seguir 2 mil pessoas com doença de Chagas e outras 3 mil com anemia falciforme, que estuda desde 2006.

O sequenciamento genético do coronavírus em apenas dois dias trouxe uma fama repentina aos pesquisadores desse grupo – dos 27, 17 são mulheres e 14 bolsistas apoiados pela FAPESP. Mas não aliviou a preocupação de Sabino com o avanço da epidemia no Brasil, como relatado na entrevista a seguir, concedida em 6 de março.

A seu ver, o que deve acontecer com a epidemia do novo coronavírus no Brasil?

Como a transmissão desse vírus é muito rápida e difícil de ser contida, aqui deve ocorrer o mesmo que na Itália e no Reino Unido. É impossível estimar o número de casos, mas temos ainda um mês ou dois antes de a epidemia complicar. O pico deverá ser entre o fim de abril e o começo de maio, que é o auge das doenças respiratórias no Brasil. Espero que não junte com o aumento também no número de casos de dengue. Seria uma confusão total. Estamos no meio de uma epidemia grande de dengue. É difícil definir o momento de tomar atitudes mais drásticas, e mais difícil ainda quando é um vírus novo, que não se conhece bem. Uma das grandes preocupações são os hospitais.

Por quê?

Porque podem ser focos de transmissão do vírus. Em Wuhan, na China, muitas pessoas infectadas foram para os hospitais e transmitiram o vírus para outras. Por isso, é importante não ir para o hospital sem necessidade. Não há sistema de saúde do mundo que dê conta de atender muita gente ao mesmo tempo. Muitos morreram na China porque não havia médicos ou respiradores para atender a todos ao mesmo tempo. A maioria das pessoas tem um caso de gripe, que passa em alguns dias. Temos de deixar os hospitais apenas para os casos mais graves.

Como vocês conseguiram fazer o sequenciamento do genoma dos dois primeiros casos de coronavírus no Brasil em dois dias?

Conseguimos principalmente por causa da organização do trabalho. Tecnologia de sequenciamento genético rápido está disponível desde a epidemia de ebola, na África, em 2013. Aprendemos com a epidemia de zika, a partir de 2016, com Nick Loman, da Universidade de Birmingham, do Reino Unido. Como precisávamos de amostras boas de vírus, Ingra Morales Claro, aluna de doutorado que oriento e então tinha acabado de se formar, foi para Ribeirão Preto e coletou 100 amostras de pacientes com suspeita de zika, dos quais 16 deram positivo. Era já o fim da epidemia. Nick trouxe os reagentes e o sequenciador portátil, o MinIon, para ver se os *primers* [reagentes] que ele tinha preparado

"A maioria das pessoas tem um caso de gripe, que passa em alguns dias. Temos de deixar os hospitais apenas para os casos mais graves"



poderiam servir com as amostras daqui. Depois, Nick e Luiz Alcântara, da Fiocruz da Bahia, com suas equipes, viajaram pelo Nordeste para ver se essa técnica poderia ser usada em campo. Funcionou. Podemos não só detectar vírus que já conhecemos, mas também identificar agentes desconhecidos, por meio de uma técnica chamada metagenômica. Desde 2016 estamos treinando pessoas para usar essa técnica. Ingra passou seis meses em Birmingham e demos muitos cursos. Para o coronavírus, trabalhamos para adaptar os *primers* e diminuir o custo, de US\$ 500 [R\$ 2,2 mil] para US\$ 20 [R\$ 89].

Como conseguiram?

Processando mais amostras de cada vez. Antes fazíamos só uma amostra, agora são 20 por vez. Diminuímos o tempo de cada análise e podemos usar mais o *flow cell*, um chip descartável. Com essa técnica, no final de 2019, começamos a trabalhar com o IAL no sequenciamento de vírus da dengue. Quando o coronavírus apareceu na China, Nick fez os *primers*, mandou para a China e para nós também. O papel da universidade é também desenvolver tecnologia para os órgãos da saúde, que fazem as coisas andarem, principalmente em momentos de crise.

Qual foi a participação do IAL?

O IAL fez tudo. Apenas ajudamos e ajudaremos mais se precisarem. Quem

sequenciou os dois coronavírus – e deve fazer os próximos – foi a equipe do Claudio Sacchi no IAL. Levamos apenas um notebook, porque o programa estava funcionando melhor nele. Na quarta-feira depois do Carnaval, Sacchi recebeu a amostra de vírus do primeiro paciente e chamou Jaqueline Goes de Jesus, que faz pós-doutorado em meu laboratório, e começaram a trabalhar. Cada corrida no MinIon demora 24 horas. A primeira não ficou boa, talvez por algum problema na diluição dos *primers*, e fizeram outra. A segunda deu certo. No mesmo dia, mandamos os dados do sequenciamento para um repositório público, o Gisaid [Global Initiative on Sharing All Influenza Data], seguindo a recomendação da Organização Mundial da Saúde de abrir os resultados científicos. Nuno Farias, de Oxford, fez as análises comparativas com outros genomas de coronavírus.

O que você fez?

Acompanhei o trabalho. Quando estava pronto, em vez de pensar em escrever um artigo científico de imediato, Nuno e eu fizemos um resumo que foi para o site Virology.org. Dois dias depois, com o segundo vírus, Sacchi e Jaqueline quiseram fazer em 24 horas e fizeram. Era um sábado, 29 de fevereiro, e saíram de lá às 3 horas, já madrugada. De meu laboratório, quem mais trabalhou foram Jaqueline e Ingra, que também tem bolsa da FAPESP. Jaqueline usou o MinIon,

que Ingra tinha aprimorado e emprega para fazer metagenômica, mas todos os bolsistas de pós-doutorado, doutorado, mestrado e treinamento técnico estão ajudando. Sempre falo para não ficarem só no seu projeto e aproveitarem para aprender mais coisas.

Como os dados de sequenciamento genético do vírus poderiam ser úteis?

Com as sequências genéticas, pudemos ver as semelhanças entre os vírus identificados em cada um dos mais de 100 países em que já foi encontrado. Essa informação pode ajudar, principalmente no começo, para direcionar ações de saúde, identificando os focos a partir dos quais se deu a transmissão e tomando as medidas de precaução, como o isolamento de lugares públicos. Mas só conseguiremos fazer isso se formos capazes de detectar os casos rapidamente.

O que mais o Cadde já fez?

Os mapas dos casos de dengue no estado de São Paulo estão quase prontos. Estamos terminando uma análise de mil genomas de vírus da febre amarela e coletando mosquitos na serra da Mantiqueira, com o IAL, e nas matas do Vale do Ribeira, com a Faculdade de Saúde Pública, para ver se o vírus continua vivendo, como na Amazônia, ou se já desapareceu. Talvez continue, se tiver outro hospedeiro que não morra com o vírus. ■

Carlos Fioravanti

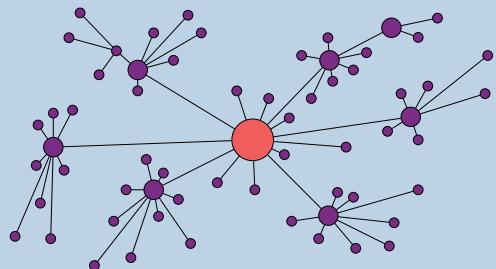
A DIFUSÃO DO VÍRUS

O gráfico simula a disseminação do patógeno entre as pessoas. Os indivíduos infectados (vermelho) transmitem o patógeno para os suscetíveis (roxo). Os círculos maiores representam as pessoas com mais conexões na rede e, portanto, capazes de transmitir a mais indivíduos

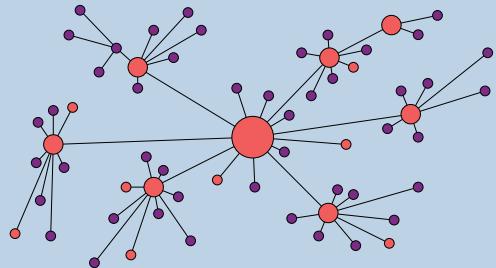
● Indivíduos infectados

● Indivíduos suscetíveis

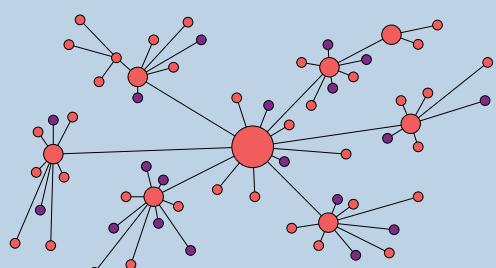
1º momento



2º momento



3º momento



FONTES ANDREW BLACK, DENNIS LIU E LEWIS MITCHELL / UNIVERSIDADE DE ADELAIDE

PARA CONTER O AVANÇO EXPLOSIVO

Redução precoce do contato social favorece o controle mais rápido do espalhamento do novo coronavírus

Ricardo Zorzetto

Em apenas três meses, de dezembro de 2019 a abril deste ano, a nova variedade de coronavírus surgida na China infectou 926 mil pessoas em 180 países, disseminando uma doença respiratória semelhante à gripe, porém mais grave e letal. Nesse curto período, houve 46 mil mortes (entre elas, 240 no Brasil), confirmadas até 1º de abril. Uma análise inicial dos dados brasileiros realizada por pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp), da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do ABC (UFABC) indicava que nesse estágio inicial o número de casos dobrava no país a cada 2,5 dias. O avanço da epidemia do coronavírus, de proporções planetárias, possivelmente a de mais rápida disseminação nos últimos 100 anos, veio acompanhado de uma enxurrada de informações em tempo real, algumas contendo conceitos pouco familiares às pessoas. Um deles ganhou o noticiário: é o conceito de curva epidêmica, que veio acompanhado da ideia de que é preciso achatá-la para evitar a implosão dos sistemas de saúde.

Mas o que é tal curva e o que significa achatá-la? A curva epidêmica é representada por um gráfico simples, útil para as autoridades de saúde. Velha conhecida dos epidemiologistas, ela mostra o número de casos no tempo e permite conhecer a evolução inicial da doença, algo fundamental para se planejarem ações de saúde pública. Muitas das novas infecções que abatem sobre a humanidade se comportam de modo semelhante e produzem uma curva epidêmica com a mesma aparência,

quase sempre um gráfico em forma de sino. Apresentada pela revista britânica *The Economist* no início de março, a figura correu o mundo por representar de modo simples o desafio do sistema de saúde dos vários países diante da propagação do novo coronavírus, o Sars-CoV-2, causador da Covid-19.

Assim como as curvas epidêmicas de outras infecções, a do novo coronavírus vem sendo fatiada em três faixas verticais para avaliar a evolução do problema: uma à esquerda, outra central e a terceira à direita. A faixa mais à esquerda é a que chama mais a atenção de autoridades da saúde atualmente. No caso de infecções novas, que podem contagiar toda a população, essa parte da curva descreve a fase de crescimento exponencial (acelerado) da epidemia. Nela, o número de casos cresce tão rapidamente que o total dobra em poucos dias. Quanto maior esse ritmo de crescimento, mais íngreme se torna a curva.

Epidemiologistas e autoridades da saúde mantêm o foco nessa fase de crescimento acelerado porque ela dita o ritmo de avanço da enfermidade e permite projetar quando a epidemia atingirá seu pico. Se o crescimento inicial é íngreme demais, o número de casos pode rapidamente ultrapassar a capacidade de atendimento do sistema de saúde, levando-o

ao colapso, como aconteceu em fevereiro e março no norte da Itália.

“Do ponto de vista da saúde pública, essa fase inicial é o momento de agir, e agir o quanto antes, para tentar desacelerar o ritmo de crescimento da epidemia e reduzir a altura do pico para o nível mais baixo possível”, afirma o físico Roberto Kraenkel, do Instituto de Física Teórica da Unesp, que trabalha com modelos matemáticos ligados à ecologia e à epidemiologia. Com colaboradores da USP e da UFABC, Kraenkel criou o Observatório Covid-19BR (bit.ly/2UudRSB), que usa os dados do Ministério da Saúde para acompanhar a evolução da epidemia do novo coronavírus no Brasil. A partir dos dados divulgados até 17 de março, quando havia 291 pessoas infectadas no país, o grupo calculou um dos parâmetros que influenciam a fase acelerada da epidemia: o tempo para duplicar o total de casos da doença que, em meados de março, era de 2,5 dias.

A redução da velocidade inicial da epidemia com o consequente achatamento da curva é fundamental para não sobre-carregar os hospitais e suas unidades de terapia intensiva (UTIs). Estima-se que apenas 20% das pessoas infectadas pelo Sars-CoV-2 apresentem algum sintoma. Delas, 14% precisam de internação hospitalar e 5% vão parar em UTIs. Como o

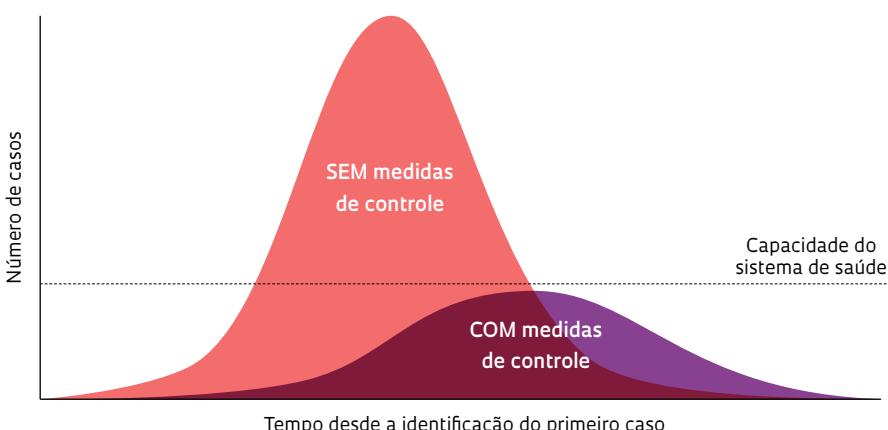
número de leitos é limitado, o aumento rápido de infecções e de agravamento pode ultrapassar a capacidade de internações do país – no Brasil existem cerca de 450 mil leitos em hospitais públicos e privados, dos quais 41 mil são de UTI, segundo levantamento feito em 2016 pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira. Reduzindo o espalhamento das infecções, o pico da epidemia se torna mais distribuído no tempo e menos pessoas vão parar no hospital simultaneamente. Essa medida levaria a ter menos infectados e menos mortos, segundo afirmou à imprensa em 10 de março Anthony Fauci, diretor do Instituto Nacional de Alergia e Doenças Infecciosas dos Estados Unidos.

Uma forma de achatar o pico das epidemias de doenças infecciosas é vacinar a população. Como ainda não existe vacina desenvolvida e testada contra o novo coronavírus, as medidas mais eficazes têm sido o distanciamento e o isolamento social. Esse procedimento ajuda a diminuir o número de pessoas para as quais um indivíduo infectado pode transmitir o vírus. “Ao fazer isso, provavelmente o mesmo número de pessoas terá sido infectado ao final da epidemia, que deverá durar mais tempo, mas o número de casos graves ocorrerá de modo mais esparsos”, escreveu o trio de matemáticos Andrew Black, Dennis Liu e Lewis Mitchell, da Universidade de Adelaide, na Austrália, em um artigo publicado em 16 de março na revista eletrônica *The Conversation*.

Aparentemente é possível aproveitar o comportamento acelerado da fase inicial da epidemia para agilizar seu controle. Para isso, é preciso agir o quanto antes na fase inicial, explicou a epidemiologista britânica Britta Jewell, pesquisadora do Imperial College London e especialista em modelagem de doenças infecciosas, em entrevista publicada em 11 de março no jornal *The New York Times*. Usando dados da epidemia nos Estados Unidos em meados de março, com o número de casos aumentando em 30% ao dia, ela fez uma projeção do que ocorreria se ações como cancelamento de eventos, restrições de viagens fossem tomadas agora ou uma semana mais tarde. “Se agirmos hoje, teremos evitado quatro vezes mais infecções no próximo mês: aproximadamente 2.400 infecções evitadas, diante de apenas 600 se esperarmos uma semana”, disse a pesquisadora. ■

O EFEITO DO ACHATAMENTO DA CURVA

Medidas de isolamento social diminuem a velocidade de propagação do vírus e do surgimento de novos casos, evitando a sobrecarga do sistema de saúde



Um indutor de mudanças

Diretor científico da FAPESP conta como estimulou comportamentos que ajudaram a melhorar a pesquisa em São Paulo

Alexandra Ozorio de Almeida, Neldson Marcolin e Fabrício Marques

RETRATO Léo Ramos Chaves

A responsabilidade da FAPESP não se restringe a aplicar seu orçamento historicamente estável de uma forma reconhecida pela comunidade científica e pela sociedade como legítima, embora essa seja por si só uma enorme tarefa. Seu papel é contribuir para que o sistema de pesquisa progrida como um todo, na apreciação de seu diretor científico nos últimos 15 anos, Carlos Henrique de Brito Cruz.

O principal mecanismo para alcançar esse fim, defende Brito Cruz, é usar o orçamento de maneira incisiva e eficaz para estimular e induzir mudanças de comportamento nas instituições e nos pesquisadores. Exemplos dessa estratégia são o código de boas práticas científicas, lançado pela Fundação em 2011, e a exigência de que instituições-sede de projetos financiados pela FAPESP deem apoio institucional ao pesquisador. Nos últimos anos, universidades e instituições paulistas criaram escritórios que ajudam seus pesquisadores a cumprir tarefas burocráticas e permitem que eles se concentrem em fazer ciência. Na sua avaliação, o excesso de encargos não científicos dos pesquisadores é um obstáculo à melhoria da qualidade da ciência no país e cabe às instituições oferecerem a eles serviços de gestão de projetos, como fazem as universidades estrangeiras com as quais se busca competir.

Outra linha de ação na mesma concepção foi o estímulo a colaborações, tanto com outras instituições e agências brasileiras como internacionais. “A qualidade da ciência é beneficiada quando um pesquisador interage com os melhores cientistas que ele consegue encontrar. Essa interação promove troca de ideias, conhecimento de métodos, de procedimentos, cria oportunidades para os estudantes”, afirma.

Apesar da gravidade do momento, quando o mundo enfrenta a pandemia do novo coronavírus, somado no Brasil a uma crise econômica e política, Brito Cruz avalia que a pesquisa em São Paulo e no país hoje tem mais vitalidade, pessoas, qualidade, inserção internacional, melhor visibilidade para o público e se mostrou mais conectada a desafios que interessam à sociedade. Por isso, argumenta, é mais efetivo hoje defender a ciência do que há 15 ou 20 anos.

Brito Cruz é engenheiro e físico, presidiu a FAPESP (1996-2002) e foi reitor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) entre 2002 e 2005. Prestes a deixar o cargo, ao encerrar seu quinto mandato de três anos, em abril, o diretor científico concedeu a seguinte entrevista a *Pesquisa FAPESP*, disponível em uma versão ampliada no site da revista (www.revistapesquisa.fapesp.br).

IDADE 61 anos

ESPECIALIDADE

Fenômenos ultrarrápidos, política científica, estudos em C&T

INSTITUIÇÕES

Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (IFGW-Unicamp) e FAPESP

FORMAÇÃO

Graduação em engenharia eletrônica (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), mestrado e doutorado em ciências no IFGW-Unicamp

PRODUÇÃO

106 artigos científicos



Em 2005, ao assumir a Diretoria Científica, você classificou sua visão sobre o desenvolvimento científico nacional como otimista. Quinze anos depois, continua otimista?

Continuo otimista. Estamos em um momento desfavorável, mas em São Paulo e no Brasil a atividade de pesquisa cresceu e melhorou muito. Tem mais vitalidade, pessoas, qualidade, inserção internacional, visibilidade para o público... Em 2005, eu não imaginaria que em 2019 teríamos um artigo no jornal *O Globo* assinado por políticos, incluído o presidente da Câmara Federal, defendendo a ciência. A pesquisa em ciência e tecnologia ganhou espaço entre os valores da sociedade brasileira e se mostrou mais conectada a desafios que interessam à sociedade, sejam emergenciais, sejam de avanço intelectual puro.

Apesar dos avanços, há uma percepção de que a ciência vem sendo atacada.

É verdade. Isso faz parte dos aspectos desfavoráveis da conjuntura, que não se limitam à falta de financiamento ou à crise econômica. Tem a ver com a questão de credibilidade, com discussões sobre o valor da ciência. Mas esse debate está sendo bem enfrentado. As críticas e agressões à ciência fazem com que a comunidade de pesquisa brasileira e do mundo se preocupe mais com o efeito dos trabalhos realizados e em tornar visíveis seus resultados. Estamos em uma curva ascendente da ciência em São Paulo e no Brasil. Poderia até ser mais, se não houvesse alguns obstáculos. Por ser ascendente, é mais efetivo hoje defender a ciência do que era em 2005.

Qual é a relevância da FAPESP hoje?

A Fundação continua sendo enormemente relevante por duas razões. A primeira por causa do orçamento que tem e de suas características: é estável, previsível e aplicado de uma maneira na qual a comunidade científica reconhece legitimidade. A segunda é que a Fundação passou a trabalhar de forma mais eficaz para, ao estabelecer critérios para o acesso aos recursos, estimular e induzir comportamentos nas instituições e entre os pesquisadores. Os dois aspectos se complementam.

Por exemplo?

A FAPESP influencia comportamentos quando lança um código de boas práticas



Não pode ser o pesquisador quem liga para a agência de viagem e compra a passagem do visitante

científicas, como fez em 2011, e torna o tema visível de um jeito positivo e efetivo dentro das instituições. Adotar boas práticas é fazer prevenção, educação e apuração justa e rigorosa; estimulando um determinado comportamento institucional e individual. Antes, ninguém falava do assunto e, quando tinha um escândalo, todos prometiam castigo exemplar. Não é mais assim.

Há outros exemplos?

A ação da FAPESP em exigir das instituições o que chamamos de apoio institucional ao pesquisador. A deficiência nesse apoio é um dos principais obstáculos à melhoria da qualidade e do impacto da ciência e da pesquisa feita em São Paulo. Se quisermos que os pesquisadores em São Paulo compitam com os de Stanford, École Polytechnique, Cambridge, eles precisam ter em suas instituições apoio similar ao que os pesquisadores desses lugares têm. E não está nem perto, embora tenha progredido muito. Há uns três anos contamos 200 escritórios de apoio institucional à pesquisa no estado – é pouco, precisaria ter 600. Em 2005,

se tivesse 10 era muito. Não pode ser o pesquisador quem telefona para a agência de viagem para comprar a passagem do pesquisador visitante, faz a prestação de contas do auxílio, liga para o técnico que faz a manutenção... Enquanto isso, o colega dele de Cambridge está escrevendo trabalhos, orientando alunos, discutindo com colegas e tendo ideias. Com mais apoio institucional, multiplicaremos o efeito do dinheiro concedido por 1,7, talvez até 2. É essencial que uma organização como a FAPESP exija que as instituições cumpram esse papel.

Por que essa ação cabe à FAPESP?

Se uma organização como a FAPESP não pressionar, ninguém vai colocar na agenda. A comunidade científica percebe, mas formula de um jeito diferente, que “precisa desburocratizar”. Desburocratizar não é eliminar regras que uma democracia requer para uso de recursos públicos. Significa tirar a burocracia das mãos e das costas do cientista. Durante décadas a FAPESP trabalhou com a suposição de que bastaria oferecer recursos aos melhores pesquisadores e a ciência progrediria. Progrediu, mas chegou-se a uma dimensão na qual sem o apoio institucional não se consegue avançar significativamente.

Falando das estratégias adotadas pela Diretoria Científica nesses 15 anos, que balanço é possível fazer?

Muito além da seleção de projetos de pesquisa, me ocupei em tentar puxar todo o sistema para cima, como a maré que levanta todos os barcos ao mesmo tempo, não apenas um ou dois. É possível fazer um programa de sucesso em determinada área, mas ele pode estar no meio de um sistema que puxa o resto para baixo. Minha preocupação desde o primeiro dia, descrita no plano que apresentei para o Conselho Superior da FAPESP, foi dizer: “O Projeto Genoma foi sensacional, mas quantas outras coisas a gente não percebeu ou não fez?”. Induzir comportamento muda tudo, afeta todas as áreas, os jovens, os velhos, as instituições bem estabelecidas e as emergentes.

Promover a cooperação internacional é um exemplo dessa indução?

Sim. A interação internacional era fraca antes de 2005. Havia – ainda há – uma espécie de introversão na comunidade científica brasileira. Quando começa-



Barreira erguida em praia de Santos (SP) para atenuar impacto das mudanças climáticas

mos a fazer essa indução, muitos pesquisadores se interessaram e ocuparam posições de liderança em colaborações internacionais. Hoje temos projetos importantes feitos em São Paulo, como o chip Sampa para o detector do Cern [Organização Europeia para Pesquisa Nuclear]; o líder do detector de neutrinos (Arapuca) do Fermilab; e pesquisadores dos programas de Bioenergia [Bioen], Mudanças Climáticas e Biodiversidade [Biota] que lideraram o mais importante relatório mundial sobre sustentabilidade em bioenergia. Em Brasília achavam que colaboração internacional era exportar estudantes. Para nós é conceber a pesquisa junto, lutar lado a lado pela aprovação do projeto aqui e no exterior e, se aprovado, tocar em parceria. Aí sim, faz sentido pesquisadores e estudantes viajarem. Hoje, quase 15% dos projetos temáticos são em colaboração internacional desde o primeiro dia. A porcentagem de artigos com coautores em São Paulo e em outro país pulou de 25% para 45%.

O que foi feito para induzir a colaboração internacional?

Fomos aprendendo como trabalhar com as principais agências de financiamento à pesquisa no mundo. As primeiras que nos ajudaram foram as do Reino Unido. Por iniciativa do Consulado Britânico, os Research Councils foram receptivos e conseguimos montar nosso primeiro acordo relevante de cofinanciamento, envolvendo projetos de pesquisa completos e em conjunto – pequenos, médios e grandes. Nunca tínhamos cofinanciado

projetos grandes com agências do exterior. Essa experiência nos permitiu dar início a vários acordos internacionais com agências importantes. Montamos uma colaboração semelhante com a DFG, agência de pesquisa alemã, com a National Science Foundation [NSF], dos Estados Unidos. Trouxemos procedimentos deles para cá, como o modo de organizar reuniões, tipos de formulários, como trabalhar para extrair dos nossos assessores pareceres melhores e mais detalhados. Nossa sistema melhorou como um todo. A FAPESP hoje é, no mundo, uma das agências que mais oferece oportunidades de colaboração internacional. É uma das razões pelas quais a FAPESP conseguiu se tornar protagonista em organizações internacionais, como o Global Research Council, que fez a reunião aqui em 2019, na qual fui escolhido como *chair* do *governing board*.

Há uma preocupação não apenas de enviar brasileiros para o exterior, mas trazer estrangeiros para cá. Qual foi a principal dificuldade para atrair bons pesquisadores de fora?

De fato, isso deu certo apenas em parte. Na estratégia de colaboração internacional da FAPESP, um dos valores importantíssimos é o da reciprocidade. Procuramos projetos em colaboração nos quais a contribuição dos pesquisadores de São Paulo seja comparável à dos colegas de outros países. Isso eleva o padrão. Uma parte dessa reciprocidade se transforma em ação quando insistimos em trazer gente de fora. É difícil fazer isso porque, embora a FAPESP trabalhe bem, há muitos

outros problemas, como o “custo Brasil”. Mesmo lutando contra isso, subiu o número de pessoas de fora de São Paulo na lista de bolsistas. Trazemos pesquisadores de outros estados, o que também é importante. E aumentou o número de pesquisadores de fora – 20% dos bolsistas de pós-doutorado vieram do exterior. Gente de todos os lugares, França, Canadá, Índia, Paquistão, Alemanha... Já identificamos em algumas empresas que receberam financiamento do programa Pipe [Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas] um certo número de projetos liderados por pesquisadores que trouxemos da Europa. Vieram como pós-docs, ficaram por aqui e agora estão liderando a pesquisa em empresas.

Nessa estratégia, havia três pilares: trazer pesquisadores do exterior, enviar pesquisadores para o exterior, fazer projetos em parceria. Há um peso relativo para cada um?

Gastamos mais dinheiro com a Bepe [Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior] e projetos colaborativos do que trazendo pessoas de fora. Sempre que possível, tentamos fazer com que o destino do estudante da Bepe ou o convite para o pesquisador estrangeiro esteja atrelado a uma pesquisa colaborativa. Queremos que os três instrumentos funcionem de modo articulado. Veja o Spec [São Paulo Excellence Chair], programa que cria a oportunidade de um pesquisador muito destacado passar um tempo aqui, liderando um projeto, interagindo com estudantes, vivendo o departamento por um determinado número de semanas por ano. O Spec cria muitas oportunidades. Um desses pesquisadores, Emilio Moran, faz parte do National Science Board dos Estados Unidos, que é o Conselho Superior da NSF. A nossa estratégia não é focalizada em repatriamento, mas em trazer excelentes cientistas para trabalhar no Brasil, brasileiros ou não.

De 2005 a 2015, a FAPESP ampliou a cooperação com outras instituições brasileiras, como outras fundações de apoio à pesquisa (FAPs) e instituições federais. Quando me candidatei para o cargo, defendi que a FAPESP precisava explorar mais as oportunidades de colaborar com entidades interessadas em C&T no Brasil: BNDES, Finep, CNPq, Capes. Fomos atrás de oportunidades. De 2005 a 2013,

as agências federais tiveram como parte de sua estratégia interagir bem com as FAPs. Em 2005 apresentamos um projeto para Finep; o Pappe Subvenção até hoje cofinancia projetos da fase 3 do Pipe. O grande programa do CNPq, que a FAPESP ajudou a montar, foi o dos INCTs [Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia]. A FAPESP foi o segundo maior financiador. Depois fizemos um acordo excelente com a Capes para financiar os programas de bolsa, de R\$ 240 milhões, R\$ 167 milhões já desembolsados. E conseguimos algo raro, que é o BNDES se associar a uma agência de financiamento para fazer pesquisa: fizemos o laboratório de estruturas leves do IPT em São José dos Campos. Houve acordos com algumas FAPs – de Pernambuco, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro – e, recentemente, passamos a fazer acordos mais abrangentes com muitas outras. A colaboração avançou muito.

Como a FAPESP se inseriu no esforço de estimular a inovação e a interação entre universidade e empresa?

Inovação pode ou não incluir pesquisa – e a FAPESP só trabalha com pesquisa. Se a pesquisa levar à inovação, a FAPESP pode apoiar. Já vi, participei de reuniões, disputas e brigas em que se atribui à FAPESP a missão de apoiar a inovação *lato sensu*, o que seria contra a lei. Nos empenhamos em ampliar o perfil da FAPESP na pesquisa para

inovação, a fim de que, além de receber projetos de pesquisadores, fossem feitos acordos com empresas para cofinanciar projetos do Pite [Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica]. Fizemos chamadas públicas em parceria com dezenas de empresas – Oxiteno, Braskem, Intel, Microsoft, Vale, farmacêuticas. Com isso conseguimos aumentar a quantidade de projetos Pite e o valor aplicado nos projetos. Em 2013, surgiu a ideia do Centro de Pesquisa em Engenharia [CPE], híbrido de Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão [Cepid] com Pite. São centros cofinanciados por uma empresa por 10 anos. Já temos 16 e devem sair mais dois sobre inteligência artificial, um sobre água e outro sobre primeira infância. Fizemos parcerias inclusive com empresas internacionais que nunca tiveram pesquisa no Brasil. A outra parte de fazer pesquisa em empresas, o Pipe, demorou um pouco mais porque tivemos que aprender coisas novas. Fizemos uma reforma em movimento.

Como foi isso?

A primeira parte da reforma envolveu aprender com a NSF como ela selecionava os projetos de pequenas empresas. Analisei o Pipe e fui lá conversar com eles. Foi muito útil. Criamos um novo procedimento: trazer especialistas em vez de avaliar nas coordenações melhorou muito a qualidade da análise. Depois,

trabalhamos para criar mais visibilidade para o programa. Passamos a publicar anúncios e a promover reuniões para orientar a fazer projetos de qualidade. Criamos uma cerimônia para anunciar as propostas aprovadas. Como resultado, nos últimos três ou quatro anos tivemos a maior quantidade de projetos aprovados e o volume de dinheiro contratado aumenta anualmente. Esses projetos com empresas, que eu chamo de pesquisa “em” e “com” empresas – Pipe e Pite, respectivamente –, usaram no ano passado perto de 10% do orçamento da Fundação, o que nunca tinha acontecido antes. Foi algo que prosperou.

Quais foram os impactos dessas iniciativas no ambiente acadêmico e na economia?

O primeiro, que foi identificado em uma avaliação concluída em 2009, é que o recurso da FAPESP torna viável que a empresa invista no projeto outra quantidade bem maior de recursos seus. Outra forma de ver esse impacto foi um gráfico publicado na revista *Pesquisa FAPESP* que mostra quantos empregados as empresas tinham antes de iniciar o projeto Pipe e quantos tiveram depois [ver suplemento *Pipe FAPESP – 20 anos de inovação*]. A InVitro começou com 30 e foi para 268 empregados. A Griaule foi de 5 para 45. No Pite, aumentou muito a quantidade de empresas que nos procuram para fazer esses centros de pesquisa em engenharia, então algum resultado dá. Mas isso é implícito. O impacto mais explícito foi dissipar a visão de que projeto em colaboração com empresa é mediocre, que atrapalha a carreira do pesquisador e do estudante.

Um preconceito histórico...

É conceito. Preconceito é quando você fala sem ver. Mas os pesquisadores viam o que acontecia antigamente: a maioria dos projetos era simples consultoria. Muitas organizações ainda confundem pesquisa colaborativa com consultoria subsidiada. O Pite ajudou a mudar essa visão e os CPEs dissiparam totalmente. Todas as empresas que se associaram conosco nos CPEs querem pesquisa avançada. Não procuram pesquisa incremental, querem criar o futuro. Isso aparece nos editais, o que despertou alto interesse da comunidade científica, coincidindo com a maneira como uma



Com Jorge Tezon, do Conicet da Argentina, e Peter Strohschneider, da German Research Foundation

agência como a FAPESP deve se envolver. Da maneira como vejo, só faz sentido colocar recursos públicos em apoio à pesquisa para inovação se for para a empresa fazer algo que não faria só com seu próprio dinheiro. O objetivo tem que ser suficientemente complicado, arriscado ou incerto para ser visível que a empresa não faria aquilo sozinha. O dinheiro do contribuinte é para reduzir o risco. Desse forma, estamos somando no sistema. Senão a empresa diz: "Agora tem dinheiro do governo, então vamos pegar o que gastaríamos em pesquisa e pôr no marketing, na distribuição de dividendos..."

Foi essa questão que motivou seu trabalho recente indicando um aumento de 14% ao ano, entre 1980 e 2016, na colaboração entre universidades e empresas?

Em parte. Eu via aqui na FAPESP uma quantidade de projetos com empresas, as pequenas que empregam estudantes e pós-docs, as grandes que fazem parceria. Mas, quando se vai a alguma reunião para falar de colaboração entre universidade e empresa, o ponto de partida costuma ser que não existe, é fraca ou incipiente. Formou-se uma dúvida. Como vejo tanta demanda e todos falam o contrário? Fui procurar dados e só encontrei evidências anedóticas. Trata-se de uma implicância baseada em casos. E também se baseia em uma ilusão de que nos Estados Unidos quem financia a pesquisa nas universidades são as empresas. Não é assim, quase dois terços vêm do governo federal, um terço do estadual e somente 6% das empresas. Comecei a procurar indicadores e descobri duas coisas. Uma é que USP e Unicamp recebem recursos de empresas, em proporção ao dinheiro que recebem externamente, que as colocam no nível das 10 maiores universidades dos Estados Unidos. A segunda é lastimável: todas as outras universidades do Brasil não sabem fazer essa conta. Elas não sabem quanto dinheiro receberam das empresas.

Aí surgiu a ideia de fazer a contagem dos papers em colaboração entre universidades e empresas no Brasil?

Isso mesmo. Eu estava vendo uma palestra aqui na FAPESP de um pesquisador da Universidade de Leiden sobre como medir a colaboração de universidade com empresa por coautoria de artigos científicos. Ele mostrou os resultados do Brasil, com base na Web of Science, e



Há um potencial nas universidades que as empresas brasileiras não usam de modo suficiente

tinha uns 10 *papers*. Achei espetacular a ideia de contar coautoria, mas notei que não estavam contando direito. Eles não sabiam que Apis Flora, InVitro, Griaule são empresas. Para eles, empresa é IBM, GSK, Novartis, Microsoft. Durante a palestra, procurei na base de dados artigos com os termos **ltda** e **corp**. Apareceu um monte. Pensei, tenho algo aqui. A Clarivate ia fazer um relatório e eu reclamei com eles que o percentual de coautoria com empresas estava errado. O mesmo aconteceu com a Elsevier e os dados da Scopus. Peguei todos os artigos do Brasil, tirei tudo o que era hospital e universidade e o resto fui marcando. Olhei uma por uma, porque algumas não puseram nem *ltda*, nem *corp*, nem sociedade anônima. Demorou três ou quatro semanas para checar mais de 400 mil artigos. O relatório da Clarivate mostrou que não é certo dizer que tem pouco. Achei valioso: mostra o contrário do que todo mundo acha.

Não seria por que é difícil ver de maneira clara qual é a riqueza gerada em cada parceria?

É difícil ver, em todos os lugares. O estudo mostrou que boa parte das interações, talvez quase a metade, é com empresas estrangeiras. Elas vêm aqui buscar a sabedoria dos pesquisadores das universidades, algo que as empresas do Brasil não buscam. Há um potencial e um valor nas universidades que as empresas do Brasil não estão usando suficientemente.

Os indicadores de inovação nas empresas estagnaram-se nos últimos anos. Por que eles parecem dissociados desses indicadores de colaboração entre universidades e empresas?

Essa é outra descoberta que fiz produzindo os indicadores da FAPESP. A dissociação está em outro ponto. No estado de São Paulo, 57% dos pesquisadores são empregados de empresas. Dos R\$ 25 bilhões investidos em pesquisa no estado, 60% foram gastos por empresas, pagando 47 mil pesquisadores. A questão é: por que gastam tanto dinheiro e não vemos resultados tão notáveis quanto os de empresas de outros países? A seção Dados de Pesquisa FAPESP publicou há uns anos uma tabela educativa que mostra por que os indicadores de inovação patinam. O quadro aponta, em países selecionados, o número de patentes, o número de pesquisadores que trabalham nas empresas e quantas patentes são obtidas para cada grupo de 10 mil pesquisadores. No Japão e Coreia do Sul, há 900 patentes por 10 mil pesquisadores. No Brasil, paga-se a 10 mil pesquisadores e no fim do ano tem 29 ideias que viram patente. Os 47 mil pesquisadores nas empresas daqui estão trabalhando em uma agenda de pesquisa ruim. Não falta esforço. Falta agenda ousada e movida pela busca de oportunidades internacionais.

Vamos falar de alguns programas FAPESP. O Bioen teve cinco vertentes: melhoramento de cana, fabricação de biocombustíveis, motores a etanol, biorrefinarias e impactos sociais e ambientais.

Em quais delas houve mais resultados? Todos tiveram resultados importantes, mas os de maior impacto foram os referentes à sustentabilidade de biocombustíveis, no trabalho que resultou no relatório Scope [Comitê Científico para Problemas de Ambiente]. O *Bioenergy & sustainability: Bridging the gaps* virou uma obra obrigatória nesse assunto e foi ilustrativo dessa nossa estratégia de

todos colaborarem internacionalmente buscando protagonismo. Nesse relatório, três brasileiros lideraram uma equipe de 137 pesquisadores de 80 instituições de 24 países.

Qual foi a contribuição do relatório?

Foi bem singular e importante para o Brasil: definir em que condições biocombustíveis produzidos em larga escala podem ser feitos de maneira sustentável. O principal obstáculo para a expansão de biocombustíveis no mundo tem sido a crítica de que isso causaria fome ou destruiria florestas. Em geral, essas objeções vêm de estudos liderados por europeus. Esse relatório teve participação de alemães, holandeses, franceses, norte-americanos e chegou a um resultado razoável, mostrando qual o jeito errado e o jeito certo de fazer as coisas nessa área. O jeito errado não é, em geral, a maneira como se faz aqui.

O programa de Pesquisa sobre Mudanças Globais foi lançado com o objetivo de ajudar na tomada de decisões sobre avaliações de risco e estratégias de mitigação e adaptação. O tema parece não comover áreas do Executivo e do Legislativo. Por que isso ocorre?

Não sei se isso é bem verdade. Os resultados sobre o aumento do nível do mar estão levando municípios no litoral a criar legislação e regras. Comparado com o Biota talvez tenha menos resultados visíveis porque é um tema mais difícil. As consequências estão lá na frente: é pagar agora para não ter consequências daqui a 50 anos. Não são só os políticos que retiram. Por isso há esse debate mundial, que se acelerou um pouco por causa da reação ignorante de certos políticos. Isso acabou por criar uma onda a favor da valorização das pesquisas, dos resultados. Claro que há partes do programa que poderiam ter dado mais certo. Mas é assim mesmo. O desafio desses programas, muitas vezes, é conseguir que os pesquisadores redirecionem um pouco seus interesses para trabalhar juntos e que isso aumente a qualidade e a efetividade dos resultados. O papel de uma organização como a FAPESP é liderar e estimular por convencimento e persuasão.

Algum outro programa trouxe resultados destacados?

Os programas mencionados são orientados a temas. Outra parte de nossas ações



Passamos a investir a maior parte dos recursos em projetos ousados e competitivos mundialmente

tem a ver com os programas tradicionais da FAPESP, que passaram por forte mudança na distribuição dos investimentos. Há 13 ou 15 anos investíamos mais dinheiro em projetos de curta duração, os auxílios regulares; agora estamos investindo a maior parte dos recursos em auxílios ousados e competitivos mundialmente, os projetos temáticos, os Cepids e o programa Jovem Pesquisador. A parte dos auxílios individuais diminuiu e a dos projetos com equipes maiores cresceu. Isso foi feito intencionalmente e prudentemente. Envolveu convencer os assessores a terem menos restrições a pesquisas com risco maior. Pesquisa é para ter risco. Tem de pensar: não sei se vai dar certo, mas essa equipe que está propondo já fez um projeto complicado antes? Se fez, é uma boa razão para apostar. O que define um projeto ousado é o tamanho do problema que ele trata e como se pretende tratá-lo; se vai pegar um problema que nunca ninguém abordou, ou, ao menos, nunca tratou daquele jeito, e se o projeto pode levar a um grau de compreensão notavelmente melhor do que tem hoje.

Como é que a FAPESP tem conseguido lidar com a demanda crescente da comunidade, com muitos programas complexos e inúmeros acordos internacionais? Entre 2005 e 2013, aumentaram a demanda e a receita real da Fundação. Conseguimos acumular recursos entre 2005 e 2014, recuperando parte da reserva do fundo patrimonial perdida na crise entre 2001 e 2005. Aumentamos a quantidade de concessões e iniciamos a estratégia de deslocamento dos projetos curtos para os longos e ousados. Em 2013, começamos a ver o horizonte de crise, que até agora só piorou. De lá para cá, a demanda ficou surpreendentemente constante. Não saberia explicar por quê. Ante a crise de receita, devido à evolução da economia brasileira e paulista, tornamos mais rigoroso o processo de concessão de bolsas ou auxílios. A taxa de sucesso, que era de 55%, foi para 40%; estamos a caminho de 38% porque a crise continua. O Conselho Superior permitiu, a partir de 2014, que usássemos parte do fundo para seguir a lei zero da FAPESP, que é: tudo que foi contratado será pago. Ao mesmo tempo, tivemos de contratar menos projetos para termos menos compromissos no futuro. Antes de 2001, a taxa de sucesso de aprovação era entre 75% e 80%; de 2001 a 2005 foi entre 40% e 45%; de 2005 a 2009 subiu para 55%; e em 2014 foi de 40%. Não é ruim comparado com as principais agências do mundo. E é uma média de tudo o que analisamos. Aprovamos 60% das solicitações de bolsa de iniciação científica e 28% de projetos temáticos. Os NIH [Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos] aprovam 11% quando se trata de projeto de cinco anos. A NSF, 17%. Ser mais competitivo faz o sistema melhorar em qualidade. O pesquisador tem que caprichar muito mais no projeto.

Houve um investimento da FAPESP em produzir indicadores de C&T. Que balanço se faz em relação à capacidade de produzir informação que ajuda a tomar decisões?

O que mudou foi que conectamos os indicadores com a montagem de estratégias da FAPESP. O meu jeito de trabalhar valoriza o acesso a indicadores. Estimulei a produção de indicadores sobre o mundo exterior e sobre a FAPESP. Observando os indicadores, podemos, por exemplo, criar uma coordenação de área

nova. Olhando a Biblioteca Virtual [bv. fapesp.br/], hoje qualquer pessoa consegue descobrir quantos auxílios foram aprovados em qualquer área. Fica fácil ver o que acontece e é possível usar isso para tomar decisões. Para os indicadores de C&T, depois de 2015, com a vinda do professor [Carlos Américo] Pacheco, montou-se na diretoria da presidência do CTA [Conselho Técnico Administrativo] um esforço mais robusto ainda.

A FAPESP, nas suas palavras, busca ter impacto social, econômico e intelectual científico. Esse tripé deveria ser equitativo ou cada perna deveria ter um peso de acordo com o momento?

O impacto da pesquisa precisa aparecer nessas três dimensões. Mas nunca disse que cada projeto precisa estar nas três dimensões. É o sistema como um todo que deve fazer essas três coisas. Cabe a uma agência como a FAPESP, ao governo, achar o equilíbrio adequado, que é um equilíbrio dinâmico. Tem época que queremos mais ou menos pesquisa aplicada, dependendo dos problemas enfrentados.

Isso mudou nos últimos 15 anos?

Não sei se houve uma mudança relativa. Nas três dimensões conseguimos ter mais impacto. Vemos mais efeito da pesquisa nas empresas, há mais coautoria, mais projeto colaborativo. Conseguimos ter mais impacto da ciência, porque vemos mais citações dos trabalhos, mais presença internacional. E conseguimos ter mais impacto social, visível em decretos relativos ao meio ambiente baseados em resultados do Biota ou no estudo sobre o efeito da pesquisa em agricultura na produção de alimentos. Outras coisas são mais difíceis de medir, mas não de identificar. Por exemplo, aumento da qualidade do atendimento nos hospitais devido a protocolos mais bem-feitos, fruto de pesquisa que a Fundação financiou. Basta lembrar o assunto recente do sequenciamento do genoma do vírus da Covid-19 (ver reportagem na página 26). Melhoramos nas três dimensões.

Nesse cenário de restrição, baixo crescimento, como se financia a ciência?

Há o que fazer?

Até certo ponto, é possível conviver com uma situação de restrição elevando referenciais para escolher o que financeirar ou não. Depois de um certo ponto, a se-

ARTIGO

A base do progresso

A Ciência e a Tecnologia não são a causa da crise que enfrentamos, mas, aliadas à Educação, podem ser a resposta

PRESIDENTE DA CÂMARA DOS DEPUTADOS E LÍDERES*

Quem olha para a discrepante situação econômica de Brasil e China — o primeiro encontra dificuldades para crescer e tem uma economia calcada em commodities, enquanto o segundo apresenta uma punjâga que ameaça os Estados Unidos — talvez não imagine que, até 1990, o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro era superior ao chinês.

O que aconteceu nestes quase 30 anos? Com olhar estratégico, a China investiu pesadamente em pes-



Detalhe do artigo publicado em 5/11/2019 em *O Globo*, assinado pelo presidente da Câmara e líderes de partidos

leção pode virar uma loteria indefensável. Na FAPESP, não estamos perto desse ponto. Mas quando tem, como no CNPq, um corte de 80% de dinheiro de fomento, já se está nessa situação. O principal efeito negativo da crise é não estarmos construindo as bases de um futuro com mais ciência e melhor ciência. Estamos há muito tempo sem criar mais lugares com atividade de ciência, mais universidades, departamentos competitivos. Algo foi feito entre 2005 e 2012, com critérios com os quais eu não concordaria totalmente, mas foi feito. Quando olhamos para São Paulo, a UFABC tornou-se um lugar relevante da pesquisa no Brasil e no mundo. A Federal de São Carlos aumentou sua produção. Com muita luta, se fez a fonte de luz sincrotron Sirius, uma realização respeitável, mas o Brasil precisa de mais. Talvez o caminho certo seja ter mais organizações de tamanho administrável e bem qualificadas. Pode ser universidade ou instituto dirigido a problemas que se precise resolver. Ou empresas intensivas em pesquisa e desenvolvimento.

Essa ideia de ter mais instituições não deveria incluir as privadas?

Certamente. Tem uma coisa nova em São Paulo, que são instituições privadas dedicadas à pesquisa. Quando fazíamos os indicadores em 2005, não aparecia no radar. E agora olhamos e tem instituto do Hospital Sírio-Libanês, do Hospital Albert Einstein, Instituto Eldorado,

CPQD, Fundecitrus, e muitos outros. Com apoio da FAPESP, a Universidade Mackenzie investiu recursos expressivos e construiu um importante centro de pesquisa em grafeno. As instituições novas de pesquisa ou ensino superior podem ser privadas ou públicas. Quando comparo o estado de São Paulo com a Espanha, dois lugares de mais de 40 milhões de pessoas, a Espanha tem mais de 40 universidades públicas. São Paulo tem seis. É um número para entender melhor, certo?

A partir de maio, o que fará?

Aqui na FAPESP tive o gosto de trabalhar com uma equipe excepcional, funcionários e membros das coordenações. A satisfação de interagir com os pesquisadores dessas coordenações é enorme, difícil de pôr em palavras. Eles valorizam a boa pesquisa porque sabem o que é pesquisar, amam a ciência, a tecnologia, e são cheios de ideias e de paixão por estas. Não se encontra esse tipo de ambiente em muitos lugares. A diretoria e o conselho sempre foram muito positivos e institucionais, nas convergências e nas divergências. Não sei o que farei depois de abril. Agora o mundo virou de cabeça para baixo com esse assunto do vírus, tudo ficou mais complexo. Acho que o grupo de pesquisa no Instituto de Física da Unicamp me aceitará de volta. Mas por via das dúvidas pode ser bom consultar os anúncios classificados. ■

CHANCE PARA A OUSADIA

Ararinhas-azuis foram declaradas extintas na natureza; exemplares criados em cativeiro serão reintroduzidos em seu habitat natural

ATÉ QUE PONTO O BRASIL AVANÇOU NOS OBJETIVOS PARA 2020

Avaliação sobre as Metas de Aichi aplicadas ao país foi divulgada no ano passado

META 1

Os brasileiros estarão cientes do valor da biodiversidade e de como conservá-la e usá-la de forma sustentável

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAQUE Estudo da Union for Ethical Biotrade mostrou que 91% das pessoas já ouviram falar sobre biodiversidade

META 2

O valor das diversidades biológica, geológica e social será integrado a estratégias de desenvolvimento

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAQUE De 63 ações propostas nessa meta, só 14% foram concluídas até 2018. A adesão do setor privado foi restrita

META 3

Incentivos que prejudicam a biodiversidade serão eliminados ou reduzidos. Incentivos positivos serão aplicados

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAQUE Dezenesseis estados distribuem parte dos recursos de ICMS a prefeituras com base em indicadores municipais de sustentabilidade

META 4

Governo, setor privado e outros atores tomarão medidas para promover produção e consumo sustentáveis

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAQUE Energia renovável responde por 43% do consumo nacional, mas somente 22% dos municípios fazem coleta seletiva de lixo

META 5

A taxa de perda de habitats nativos será reduzida em 50% em relação a 2009. A degradação dos biomas será reduzida

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAQUE Desmatamento caiu 72% na Amazônia e 78% no Cerrado entre 2004 e 2018. Queimadas de 2019 não entraram na avaliação

Plano global vai traçar metas para 10 anos, a fim de estabilizar as perdas da biodiversidade, e de 30 anos, com a ambição de revertê-las

Fábricio Marques

Começou a contagem regressiva para a apresentação das novas metas globais para proteção e restauração da biodiversidade. Em 2010, a 10ª Conferência das Partes (COP) da Convenção da Diversidade Biológica foi realizada em Nagoya, na província de Aichi, Japão, e estabeleceu um plano para reduzir a destruição de sistemas naturais com 20 objetivos a serem alcançados nos anos seguintes. As chamadas Metas de Aichi expiram este ano e, em outubro próximo, líderes de todo o mundo devem se reunir em Kunming, na China, para celebrar um novo pacto para os próximos anos. As discussões preliminares começaram no final de 2019, tiveram uma nova rodada no mês de fevereiro em Roma e deverão ser concluídas em julho em Cali, na Colômbia. Na capital italiana, diplomatas de 190 países debatiam-se sobre um rascunho, o *zero draft*, que estabelece uma novidade importante. Em vez de estabelecer propósitos apenas para 10 anos, optou-se por dividir os em duas fases: haverá metas para 2030, voltadas para estabilizar as perdas da biodiversidade, e outras para 2050, destinadas a recuperar os ecossistemas.

A decisão de ampliar o prazo busca estimular a ousadia nas negociações e evitar a formulação

de propostas vagas e difíceis de mensurar, como aconteceu com o objetivo número 1 de Aichi, que propôs que todas as pessoas “estejam conscientes dos valores da biodiversidade e das medidas para conservá-la”. Ao mesmo tempo, busca-se evitar a repetição do desapontamento que emergiu no balanço das Metas de Aichi. O horizonte de uma década foi curto para que várias delas fossem alcançadas. Em um relatório divulgado em 2019, o Ministério do Meio Ambiente informou que o Brasil obteve progressos insuficientes para cumprir 10 dos objetivos. Foi o caso, por exemplo, das intenções de diminuir, de preferência a zero, o risco de extinção de espécies ameaçadas ou de reduzir a poluição na água, no solo e no ar a níveis que não comprometam o funcionamento dos ecossistemas e a biodiversidade.

Mas também há notícias boas no relatório. Segundo o texto, o país está “a caminho” de atingir 10 metas – em uma delas, a que recomendava o registro e o compartilhamento de informações científicas sobre a biodiversidade em plataformas abertas, a expectativa é de que até exceda o propósito inicial (*ver quadro*). “Na meta 11, o Brasil praticamente atingiu o objetivo de preservar 17% de seu território com unidades de conservação,

META 6

Estoques de organismos aquáticos serão explorados de modo sustentável. Pesca deverá respeitar limites seguros

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESAQUE O Brasil está em 26º lugar em ranking de países que mais capturam peixes, mas faltam dados recentes sobre a pesca no país

META 7

Práticas sustentáveis serão promovidas na agricultura, pecuária, aquicultura, silvicultura e no manejo de florestas e fauna

STATUS A caminho de atingir a meta

DESAQUE Número de produtores orgânicos cresceu 400% entre 2010 e 2017, segundo o Ministério da Agricultura

META 8

A poluição na água, no solo e no ar será reduzida a níveis que não comprometam a biodiversidade

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESAQUE Apenas os estados do Norte não têm planos de manejo de recursos hídricos; falta coleta de esgoto em 33,7% dos domicílios no país

META 9

Uma estratégia para lidar com espécies invasoras deverá ser implementada, garantindo monitoramento contínuo

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESAQUE Só São Paulo e os três estados do Sul dispõem de políticas ativas para lidar com espécies exóticas

META 10

Serão minimizadas as pressões causadas pelo homem sobre recifes de coral e outros ecossistemas costeiros

STATUS A caminho de atingir a meta

DESAQUE Porção de áreas marinhas protegidas cresceu de 1,5% para 26,3% do total, graças a novas unidades de conservação

ainda que de forma desigual nos diferentes biomas. Nas áreas marinhas, ultrapassou a proteção almejada de 10% do total”, afirma o biólogo Carlos Alfredo Joly, da Universidade Estadual de Campinas e coordenador do programa Biota-FAPESP de pesquisa sobre biodiversidade.

O zero draft mantém os cinco eixos das Metas de Aichi. Busca prevenir perdas de ecossistemas, reduzir o número de plantas e animais ameaçados de extinção, manter a diversidade genética das espécies, preservar recursos naturais que melhorem a nutrição e o acesso à água para os seres humanos e garantir uma repartição justa dos benefícios da biodiversidade. O tamanho da ambição vai depender da disposição dos negociadores. No rascunho, estão em branco os espaços onde constarão as porcentagens das metas que deverão ser alcançadas. Há uma dificuldade natural em obter consenso de todos os países participantes. Um problema frequente em negociações desse tipo é conseguir convergência para as chamadas metas *smart*, aquelas que são bastante específicas e precisas em relação ao que se espera alcançar.

“Nem sempre em uma negociação se consegue obter uma meta *smart*”, explica o biólogo Bráulio Ferreira de Souza Dias, da Universidade de Brasília (UnB), que entre 2012 e 2016 foi o secretário-executivo da Convenção sobre Diversidade Biológica das Nações Unidas. “Algumas metas de Aichi não são de resultado, mas de processo. Os países se comprometeram a desenvolver planos de gestão para que a pesca seja feita de forma sustentável, mas não foi possível definir metas

de recuperação de estoques pesqueiros”, explica. Dias menciona outro exemplo. “Na meta 7, os países concordaram em promover o manejo sustentável da agricultura e das florestas e preservar a biodiversidade, mas cada um interpretou com medidas próprias. Às vezes, as metas são vagas não por falta de vontade em implementá-las, mas porque são complexas mesmo.”

A ideia de que a mobilização feita nos últimos 10 anos foi insuficiente é contestada pelo biólogo, que aponta avanços importantes. Ele menciona um estudo, publicado em fevereiro em formato de *preprint* por pesquisadores da Universidade de Newcastle, no Reino Unido, e da Sociedade Zoológica de Londres, que calculou, com a ajuda de modelos matemáticos, o número de espécies que deixaram de ser extintas graças aos esforços feitos nesta década. A conclusão é de que os objetivos de Aichi preveniram a extinção de até 18 pássaros e 7 mamíferos desde 2010. “O Brasil se destacou nesse trabalho por prevenir a extinção de aves como a ararinha-azul, que foi reintroduzida na natureza”, afirma Dias, atualmente presidente internacional da entidade conservacionista Birdlife, sediada no Reino Unido. Isso não significa, ele observa, que as perspectivas sejam boas. “Os fatores que exercem pressão sobre a biodiversidade se agravam continuamente, como crescimento demográfico, do consumo e da produção de lixo, aumento e esgotamento da exploração de recursos biológicos, como a pesca, expansão das áreas ocupadas por espécies exóticas e as mudanças climáticas. Cabe perguntar se a humanidade não está promovendo

META 11

Ao menos 30% da Amazônia, 17% dos outros biomas terrestres e 10% da costa serão protegidos por áreas de conservação

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAKE Houve ampliação de todas as áreas protegidas entre 2014 e 2018. Na Amazônia, a expansão foi de 26,6% a 28%

META 12

O risco de extinção de espécies será reduzido, tendendo a zero, e seu estado de conservação será aprimorado

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAKE 318 animais e 467 espécies vegetais ainda estão criticamente ameaçados de extinção no país, segundo dados oficiais

META 13

Será mantida a diversidade genética de microrganismos, plantas e animais, incluindo espécies com valor socioeconômico e cultural

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAKE Banco de germoplasma da Embrapa em Brasília pode conservar até 700 mil amostras de recursos genéticos

META 14

Serão protegidos ecossistemas que forneçam serviços como água limpa ou contribuam para a saúde e subsistência

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAKE Em 2016, regularização de propriedades rurais cresceu 127%, com consequente aumento de áreas preservadas

META 15

Será ampliada a contribuição da biodiversidade para estocar carbono, incluindo a restauração de ecossistemas degradados

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAKE Recuperação de vegetação nativa no Brasil tornou-se alvo de uma política nacional apenas em 2017

o sexto evento de extinção de espécies em massa”, afirma. Segundo Dias, reverter o quadro não depende apenas de adotar metas a serem cumpridas por governos. “É necessário mudar os hábitos de consumo de todos os indivíduos para reduzir a pressão sobre a biodiversidade.”

Houve uma mudança de postura da diplomacia brasileira observada na reunião realizada em Roma. A equipe liderada por Leonardo Athayde, diretor do Departamento de Meio Ambiente do Ministério de Relações Exteriores (MRE), buscou direcionar as discussões para o problema da biopirataria e o dever dos países desenvolvidos de financiar as ações de preservação em países em desenvolvimento, como o Brasil. “Historicamente, o pilar de distribuição de benefícios tem sido negligenciado. O objetivo é fazer que se caminhe para maior efetivação desse pilar, o que poderia assegurar recursos e transferência de tecnologia para países em desenvolvimento”, informou o MRE em nota enviada ao blog Ambiência, da jornalista Ana Carolina Amaral. Na avaliação de Carlos Joly, a posição brasileira é preocupante. “O Brasil, que costumava atuar alinhado com outros países ricos em biodiversidade, dessa vez atuou de forma isolada”, diz. Segundo o biólogo, “o risco é não obter consensos *smarts* e produzir um documento com metas vagas e pífias.”

A necessidade de alcançar uma negociação satisfatória é amplamente lastreada pelo conhecimento científico. Em maio de 2019, foi divul-

gado um dos mais abrangentes estudos sobre o estado da diversidade biológica do planeta, produzido pela Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (Ipbes). O relatório mobilizou 150 pesquisadores de mais de 60 países na análise de 15 mil artigos científicos. Uma de suas principais conclusões é de que 1 milhão de espécies de animais e plantas do planeta se encontra ameaçado de extinção. Nos ecossistemas terrestres, a presença de espécies nativas caiu em média 20% desde o início do século XX e, hoje, mais de 40% das espécies de anfíbios, quase 33% dos corais e mais de um terço de todos os mamíferos estão ameaçados. “É preciso mudar a narrativa perversa segundo a qual a degradação ambiental e a desigualdade social são efeitos inevitáveis do crescimento econômico”, disse o antropólogo brasileiro Eduardo Brondízio, da Universidade de Indiana, nos Estados Unidos, um dos coordenadores do relatório, em seu lançamento. “Sabemos quais vão ser as consequências se continuarmos a seguir o caminho atual, mas também sabemos que é possível mudar e temos ferramentas para implementar políticas que façam diferença na vida das pessoas e no meio ambiente global.” O documento propõe a criação de instrumentos econômicos capazes de financiar a conservação, compensando serviços prestados por ecossistemas, como a oferta de água, ou de atividades que ajudem a remover carbono da atmosfera. ■

META 16

Legislação do país deverá se alinhar ao Protocolo de Nagoya sobre acesso a recursos genéticos e partilha de benefícios

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAKE Uma lei de 2015 criou um sistema moderno de gestão e compartilhamento de benefícios da biodiversidade

META 17

Já em 2014, o país deverá ter uma estratégia nacional para a biodiversidade atualizada e com planos de ação eficazes

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAKE Não há um documento unificado, existem 550 leis, decretos e resoluções alinhados com as metas de conservação

META 18

Conhecimentos sobre biodiversidade de indígenas e comunidades tradicionais serão integrados a políticas públicas

STATUS A caminho de atingir a meta

DESTAKE Políticas envolvendo indígenas e comunidades tradicionais foram implementadas na década passada

META 19

A ciência sobre biodiversidade será compartilhada. Registros sobre fauna e flora estarão em bancos de dados abertos

STATUS A caminho de exceder a meta

DESTAKE Em 2018, dobraram os registros de plantas no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr)

META 20

Recursos para a execução dessas metas deverão ser alocados para implementação de um plano estratégico sobre biodiversidade

STATUS Progresso em direção à meta, mas em nível insuficiente

DESTAKE Crise econômica a partir de 2014 reduziu recursos públicos para investimento em políticas de proteção da biodiversidade

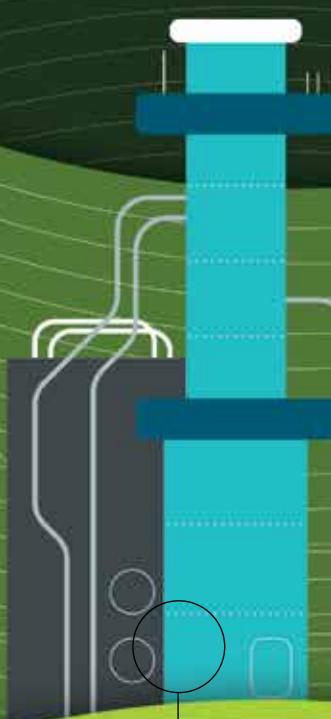
Eficiência energética

Tecnologias que permitem o uso de menos energia gerada por combustíveis fósseis para produzir os mesmos produtos



Cogeração

Tecnologias que permitem a geração combinada de energia térmica e elétrica a partir do mesmo sistema de produção



Gás natural

Tecnologias que permitem a substituição de combustíveis fósseis por gás natural, que emite menos CO₂

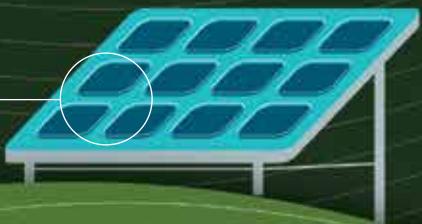
Reciclagem de materiais

Tecnologias que favoreçam a substituição de insumos virgens por insumos reciclados



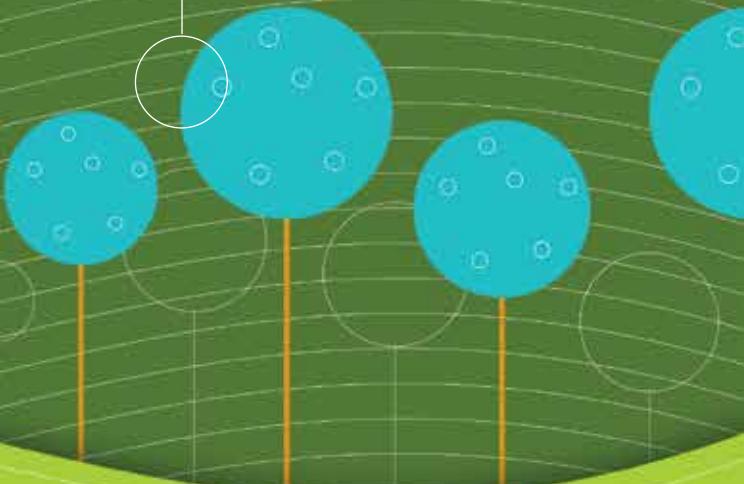
Renováveis

Tecnologias que substituam o uso de combustíveis fósseis por energia de biomassa e solar-térmica



Sustentáveis

Tecnologias que favoreçam a diminuição do uso de lenha e carvão obtidos de florestas nativas e sua substituição por lenha e carvão de florestas plantadas



IMPULSO VERDE

Estímulos para a adoção de tecnologias sustentáveis pela indústria brasileira podem ter efeitos benéficos para o crescimento da economia, diz estudo

Rodrigo de Oliveira Andrade

Estímulos fiscais para que a indústria manufatureira brasileira adote tecnologias de baixa emissão de carbono teriam o condão de reestruturar esse segmento e dinamizar seu desempenho ao longo da próxima década. “Se bem coordenadas, políticas desse tipo permitiriam ao Brasil se desenvolver mais e, ao mesmo tempo, cumprir com seus compromissos assumidos no acordo do clima de Paris”, destaca a economista Camila Gramkow, do escritório da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal) em Brasília. Ela é uma das autoras de um estudo publicado em fins de 2019 que usou modelos econômicos para identificar tecnologias e mecanismos fiscais capazes de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) pela indústria brasileira sem que isso comprometa o crescimento do país na próxima década.

Gramkow iniciou suas análises durante o doutorado, na Universidade de East Anglia, no Reino Unido. A partir de dados do Banco Mundial, ela e sua orientadora, a economista estoniana Annela Anger-Kraavi, selecionaram seis tecnologias de baixo carbono que, uma vez adotadas pela indústria brasileira, poderiam mitigar as emissões de CO₂ ao melhorar a eficiência energética e estimular a reciclagem de materiais, por exemplo (*ver quadro na página 42*). “Todas apresentam um bom grau de maturidade tecnológica e estão disponíveis para serem incorporadas pela indústria nos próximos anos”, explica. Em seguida, avaliaram-se a introdução de instrumentos fiscais para estimular a adoção dessas tecnologias pelas indústrias, seria consistente com um ciclo de desenvolvimento virtuoso no Brasil.

As economistas projetaram os resultados anualmente até 2030 com base em 11

cenários de estímulos fiscais, aplicados com o propósito de direcionar investimentos para a adoção de cada tecnologia, separadamente e em conjunto. Um dos estímulos envolveria a redução do custo tributário em até 11,3 pontos percentuais – dos atuais 24,3% para 13% – para as empresas que investissem na adoção de tecnologias verdes. Outra estratégia considerada pelas pesquisadoras diz respeito à oferta de recursos públicos não reembolsáveis para que as empresas incorporem tecnologias de baixo carbono em sua estrutura de produção. Isso poderia ser feito por meio de órgãos como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). “Enquanto os alívios fiscais reduziram o custo dos investimentos em tecnologias verdes, o financiamento público diminuiria os custos e os riscos associados à sua adoção”, esclarece Gramkow.

O BNDES dispõe de uma linha de financiamento de bens de capital que atualmente pode ser usada pelas empresas para adquirir tecnologias de baixo carbono. O problema, segundo a economista, é que essa linha é reembolsável. Isso significa que as empresas precisam devolver os valores captados, com juros. “Isso torna esse mecanismo pouco atrativo para as empresas, já que a adoção de tecnologias verdes envolve riscos e custos que, se somados aos juros que elas teriam de pagar ao BNDES, inviabilizariam sua incorporação”, esclarece. Para funcionar de acordo com os cenários projetados no estudo, essa linha de financiamento teria de ser adaptada levando em conta critérios de sustentabilidade.

TRIBUTO DE CARBONO

Para compensar a perda da arrecadação e os gastos públicos adicionais associados à oferta de recursos públicos não reembolsáveis às empresas, as pesquisadoras propõem a criação de um tributo sobre CO₂ emitido, semelhante ao adotado em vários países do mundo, inclusive da América Latina, como Chile, Colômbia e México. No Brasil, ele incidiria sobre as emissões da combustão fóssil em todos os setores da economia – exceto sobre as famílias –, sendo sua alíquota proporcional aos incentivos oferecidos

em cada cenário simulado no estudo. Esse tributo poderia funcionar de forma similar à atual Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), mas com foco nas emissões de CO₂, e não no consumo do combustível. “O tributo sobre carbono e os incentivos fiscais verdes estimulariam as indústrias a emitir menos carbono de forma competitiva e paralelamente as encorajariam a investir mais na adoção ou no desenvolvimento de novas tecnologias verdes. Do ponto de vista do governo, essa seria uma forma de anular os impactos orçamentários associados à implementação dos incentivos fiscais em suas contas públicas”, explica. Em uma das simulações feitas por Gramkow, o novo tributo chegaria a € 6 por tonelada de CO₂ emitido, a fim de compensar a redução da carga tributária das empresas verdes de 24,3% para 13% e o investimento de quase € 14 bilhões para estimular a adoção de tecnologias que promovessem o aumento da eficiência energética de processos industriais até 2030 (*ver tabela abaixo*).

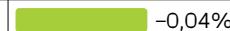
As autoras reconhecem que a adoção de um tributo de carbono afetaria toda a sociedade, sobretudo as populações mais pobres, que poderiam pagar mais por produtos e serviços que compõem sua cesta de consumo. Para corrigir essa distorção socioeconômica, alguns itens

consumidos pelas famílias, como o gás de cozinha, não seriam taxados, ao passo que o governo devolveria à sociedade o montante arrecadado pelo tributo sob a forma de políticas públicas que amenizassem esse impacto por meio do aumento da renda e dos salários. “Os valores ajudariam a garantir a saúde das contas públicas e a financiar projetos de pesquisa e desenvolvimento [P&D] de novas tecnologias verdes em empresas e universidades, ou poderiam ser aplicados para diminuir as desigualdades sociais, seja pela redução dos tributos trabalhistas, para favorecer a criação de mais empregos, ou pelo aumento do salário mínimo”, destaca. Na sua avaliação, essas estratégias abririam caminho para um ciclo de desenvolvimento mais sustentável no Brasil, com aumento anual dos investimentos em até 1,16% e melhora da balança comercial em 2,5% até 2030.

Para implementar essas estratégias, o Brasil poderia se aproveitar de instrumentos fiscais existentes e se basear em experiências bem-sucedidas implementadas nos últimos anos no país. Os benefícios fiscais associados ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) em vários estados foram ou são usados como ferramentas para promover o aprimoramento de processos e a adoção de tecnologias verdes na indústria.

Efeitos a longo prazo

Impacto das políticas fiscais aplicadas para estimular a adoção de cada tecnologia, separadamente e em conjunto, nos resultados negativos das contas do governo (déficit primário) em 2030

Cenários	Isenção de impostos	Incentivos (em milhões de euros)	Imposto de carbono (€/tCO ₂)	Redução do déficit primário em % do PIB em 2030
Eficiência Energética (EE)	11,3%	14.051	6,0	 -0,06%
Reciclagem de Materiais (RM)	5%	57	0,3	0,00%
Gás Natural (GN)	0,5%	1.855	0,7	 -0,02%
Renováveis (biomassa e solar) (RN)	11,3%	641	1,3	 -0,04%
Sustentáveis (lenha e carvão) (SU)	N.D.	6.999	N.D.	 -0,02%
Cogeração (CO)	11,3%	11	0,1	 -0,02%
EE+RM	11,3%	14.309	6,3	 -0,06%
EE+RM+GN	11,3%	16.187	6,8	 -0,06%
EE+RM+GN+RN	11,3%	16.551	7,2	 -0,07%
EE+RM+GN+RN+SU	11,3%	23.916	7,2	 -0,07%
EE+RM+GN+RN+SU+CO	11,3%	24.076	7,4	 -0,08%

Somente em 2003, 11 estados e o Distrito Federal concordaram em conceder isenções de ICMS para empresas que reaproveitassem garrafas feitas de polietileno tereftalato (PET) na fabricação de adesivos na indústria de plásticos e embalagens. A estratégia aumentou a taxa de reciclagem de garrafas PET, que, de outra forma, contaminariam o meio ambiente, e promoveu a geração de renda, uma vez que a maioria das garrafas reaproveitadas era coletada por cooperativas de catadores. Outros estados trabalham individualmente para estimular a adoção de processos mais sustentáveis na indústria por meio de mecanismos de isenção do ICMS. Desde 1997 o Ceará permite que empresas que fabricam produtos feitos de materiais reciclados reduzam de 17% para 7% a alíquota do imposto.

MUDANÇA DE PERFIL

Essas iniciativas, embora modestas, apontam um caminho possível para o segmento industrial. “Esse é um caminho sem volta”, destaca o economista José Luis Gordon, diretor de Planejamento e Gestão da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii). “No mundo todo as empresas estão cada vez mais preocupadas em buscar novas tecnologias que lhes permitam obter crescimento economicamente e diminuir as emissões de carbono.” Segundo ele, essa tendência resulta da preocupação das companhias em manter seu potencial competitivo, em um contexto de forte pressão de concorrentes de vários países.

As estratégias fiscais avaliadas no estudo poderiam ter impacto positivo mesmo no atual contexto de desaceleração econômica e baixa atividade industrial, segundo o trabalho. Isso porque as políticas de estímulo fiscal, se adotadas, diminuiriam os custos de investimento das empresas em tecnologias verdes e os riscos associados à sua adoção. “Essas políticas são ainda mais importantes na atual situação econômica do país”, ressalta Gramkow. Segundo ela, a desindustrialização da economia brasileira tem contribuído para que o país perca espaço no mercado global de bens de consumo, tornando-se mais dependente da exportação de *commodities* e suscetível à variação de seus preços no mundo. “O país está perdendo participação nas cadeias globais de valor e isso pode ter consequências a longo prazo.” A imple-

Estímulos fiscais abririam caminho para um ciclo de desenvolvimento mais sustentável no Brasil

mentação de políticas fiscais de estímulo à adoção de tecnologias verdes seria importante não apenas porque favoreceria a implementação de uma política ambiental mais ampla, como também porque ajudaria a indústria brasileira a se inserir em mercados com exigências ambientais mais rígidas.

Gordon ressalta ainda que o setor empresarial tem buscado adotar esse tipo de tecnologia visando aumentar sua produtividade e se tornar competitivo nos mercados globais. “Na Embrapii temos apoiado muitos projetos na linha de desenvolvimento de novas tecnologias verdes. Isso indica que já há uma demanda do setor por esse tipo de inovação, cabe agora ao governo propor mecanismos que estimulem essa prática de forma mais disseminada”, ressalta.

INVESTIMENTO EM P&D

O economista André Rauen, do Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada (Ipea), ressalta que a estratégia proposta no estudo precisaria vir acompanhada de políticas de estímulo também de desenvolvimento de tecnologias verdes pela indústria brasileira. “As pesquisadoras demonstram que as políticas de isenção fiscal contribuem para que a indústria introduza tecnologias verdes em sua cadeia de produção, mas é importante que as próprias empresas invistam internamente em P&D”, destaca o economista.

Segundo ele, poucas empresas alocam seus recursos em projetos que envolvem

risco tecnológico, mesmo recebendo benefícios fiscais. “Em vez de multiplicarem os investimentos em P&D, usam a desoneração para manter pesquisas incrementais com baixo teor de inovação.” Outro problema é que parte significativa do incentivo fiscal está sendo usada pelas empresas para financiar atividades mais de desenvolvimento do que de pesquisa, o que não condiz com o propósito das isenções fiscais, que é estimular as empresas a aumentar o investimento também em pesquisas mais avançadas.

Para o economista, o Brasil precisa encontrar um ponto de equilíbrio no conjunto de instrumentos fiscais usados para financiar a inovação verde na indústria. “Esse portfólio deve abarcar ferramentas de apoio direto e indireto à pesquisa empresarial, como a isenção de tributos, e estratégias de estímulo à criação de novas demandas públicas, por meio de diretrizes para licitação de compras públicas e regulação de mercados privados”, sugere.

Essas estratégias há algum tempo são aplicadas por países da Europa e em alguns estados norte-americanos. “A ideia consiste em criar uma demanda de compra pública que privilegie bens energéticamente mais eficientes ou definir padrões de certificação ambiental mais rigorosos”, explica. “A Califórnia tem feito isso com relação ao setor automobilístico, exigindo maior eficiência energética dos carros elétricos produzidos no estado. No Reino Unido, prédios recebem selos de certificação de eficiência energética, o que faz com que também o setor de construção civil invista em novas tecnologias nesse sentido.”

Para Rauen, é preciso estruturar essas políticas de forma horizontal, para que elas possam ser usadas por empresas de segmentos diversos. Isso favoreceria o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono de modo mais amplo. “Políticas verticais, como a Lei de Informática, direcionam os incentivos apenas a setores específicos. O modelo horizontal, por outro lado, tem sido usado por vários países para incentivar a inovação tecnológica, promovendo a interação entre empresas e centros de pesquisa.” ■

Artigo científico

GRAMKOW, C. e ANGER-KRAAVI, A. Developing green: A case for the brazilian manufacturing industry. *Sustainability*. v. 6783, n.11, p.1-16. nov. 2019.



UM RESGATE DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA



Centro de memória da SBPC digitaliza documentos que recuperam episódios da trajetória da entidade

Documentos e imagens que narram os 72 anos de história da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) começam a ser oferecidos na internet. Cerca de 11,5 mil itens, entre cartazes, fichas de associados, atas de assembleias, anais de reuniões, estudos temáticos, manifestos e livros, foram digitalizados por meio de uma parceria entre a entidade e o Instituto de Estudos Brasileiros da Universidade de São Paulo (IEB-USP). Em breve, eles estarão disponíveis no repositório da SBPC (sbpcacervodigital.org.br). O acervo pertence ao Centro de Memória Amélia Império Hamburger (CMAIH), instituído há três anos para preservar documentos acumulados desde 1948, o ano em que lideranças de várias sociedades científicas lançaram uma instituição apartidária de caráter nacional para defender a valorização da ciência e participar de discussões sobre os problemas e o desenvolvimento do país.

A digitalização vai facilitar o trabalho dos interessados em estudar episódios da história da ciência e da tecnologia no Brasil dos quais a SBPC participou. Segundo a historiadora Áurea Gil, coordenadora do CMAIH, cerca de 130 pesquisadores já consultaram o acervo. Alguns visitaram a sede da SBPC, em São Paulo, enquanto outros requisitaram cópias digitalizadas disponíveis. “Já recebemos

pessoas de estados como Santa Catarina, Bahia, Pernambuco e Rio de Janeiro”, diz a coordenadora.

Uma delas foi o historiador e cientista social Guilherme Augusto Hilário Lopes, que em 2018 se deslocou de Blumenau, Santa Catarina, para São Paulo, a fim de analisar anais científicos e programas de todas as reuniões anuais da SBPC – hoje, a viagem seria desnecessária porque esse material está quase todo digitalizado. O objetivo de Lopes era estudar a evolução da participação da comunidade científica nas reuniões da sociedade. Segundo ele, os anais e os programas desses encontros revelam diferentes fases. Nos primeiros tempos, o engajamento era maior entre biólogos e químicos das regiões Sudeste e Sul, com destaque para a USP. “Depois, o destaque foi a mobilização dos cientistas na resistência à ditadura e, em seguida, a consolidação da entidade no período de redemocratização. Desde os anos 1990, as reuniões espelham a massificação da ciência no Brasil, com a abertura de novas universidades e participação maior de estudantes e jovens pesquisadores”, diz Lopes. “Como não havia espaço para todos falarem, a programação se diversificou, com o crescimento, por exemplo, das sessões de pôsteres de trabalhos científicos.”

O material coletado por Lopes era extenso para ser analisado no tempo curto

Registros dos associados da SBPC arquivados no Centro de Memória. No destaque, a ficha de Fernando Dias de Ávila Pires, zoólogo da Fiocruz e do Museu Nacional

de seu mestrado, concluído em 2019 no Núcleo de Estudos da Tecnociência, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional da Fundação Universidade Regional de Blumenau (Furb). Por isso, ele optou por abordar a programação de uma única reunião, a 69ª, realizada em 2017 em Belo Horizonte. Agora, quer retomar a ambição inicial em uma pesquisa de doutorado.

O interesse de pesquisadores pelo acervo ajudou a resgatar episódios quase esquecidos. A arquiteta Paola Ferrari consultou o centro de memória em busca de documentos sobre o apoio da SBPC à criação da Universidade de Brasília (UnB) para seu doutorado sobre o Instituto Central de Ciências, construção concebida por Oscar Niemeyer, onde funcionam vários institutos e faculdades da instituição. “Não encontramos registros sobre esse tema no nosso acervo”, diz o historiador Bruno de Andréa Roma, documentalista do CMAIH. Ferrari foi encontrar nos arquivos da Fundação Darcy Ribeiro, no Rio, uma publicação sobre um simpósio realizado em 1960 no qual a SBPC discutiu caminhos para o modelo acadêmico inovador que seria implantado na UnB, fundada em 1962. “A pesquisadora nos enviou uma cópia digitalizada dessa publicação”, diz Roma.

A ideia de preservar a memória da SBPC era antiga, mas a escassez de recursos para organizar o acervo adiou o

projeto por décadas. Em 2015, quando a bioquímica Helena Nader era presidente da entidade, o CMAIH começou a sair do papel devido a recursos de emendas ao orçamento federal apresentadas pelo então deputado Ricardo Trípoli. Para organizar o acervo, foram contratados os historiadores Aurea Gil e Bruno Roma, que lideraram uma equipe de técnicos e estagiários. Eles encontraram 400 caixas de documentos textuais, 4 mil fotografias, 500 fitas audiovisuais, 400 cartazes, 2.500 periódicos e publicações e 170 objetos. Em 2017, foi criado oficialmente o centro de memória, em homenagem à física e professora da USP Amélia Hamburger (1932-2011). Mais recentemente, o centro voltou a receber recursos de emendas, apresentadas pelos parlamentares Alessandro Molon, Celso Pansera, Orlando Silva, Sibá Machado

e Cristovam Buarque. “As emendas do deputado Trípoli tornaram viável a primeira etapa do projeto enquanto as posteriores permitiram dar continuidade ao trabalho”, diz Bruno Roma.

A digitalização foi feita em etapas. Envolveu, em uma fase anterior ao acordo com o IEB, o registro de fotografias, parte dos cartazes e dos programas de reuniões. Com a parceria, veio a digitalização de mais cartazes, livros de sócios, correspondências e documentos em grande formato, além dos livros de atas das assembleias realizadas entre 1948 e 1974, que ainda eram escritos à mão. A equipe encontrou lacunas – há atas posteriores a 1974 faltando e se espera que sejam encontradas em computadores da SBPC. Não há muito material sobre os primeiros anos da instituição, mas isso foi compensado pelo acesso aos arquivos



O presidente da SBPC, Crodowaldo Pavan, com a vice, Carolina Bori, e o então ministro da Educação, Marco Maciel, em 1985



A 29ª Reunião da SBPC, em 1977, aconteceu na PUC de São Paulo, depois que o governo militar proibiu sua realização na Universidade Federal do Ceará

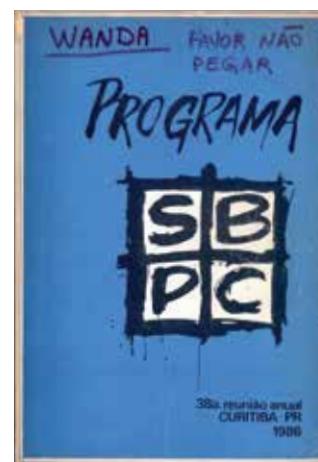
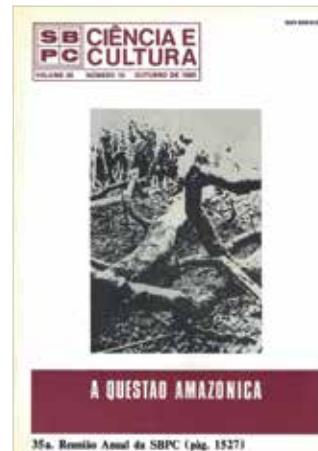
de um dos fundadores da entidade, o médico Maurício da Rocha e Silva (1910-1983), doados à SBPC em 2011, em que há registros sobre aquela época. Cadernos de campo do físico Ennio Candotti, que presidiu a SBPC nos períodos 1989-1993 e 2003-2007, também foram incorporados ao acervo. “Como Candotti anotava suas atividades nesses cadernos, recorremos a eles quando queremos saber alguma informação sobre os períodos em que ele foi presidente”, diz Bruno Roma.

A equipe do CMAIH pretende, no futuro, digitalizar toda a coleção do *Jornal da Ciência*, que narra a atividade da SBPC desde 1985, e os clippings das reportagens sobre ciência e as atividades da entidade publicados nas últimas décadas. O acervo da revista *Ciência e Cultura*, editado pela SBPC a partir de 1949 e pelo Laboratório de Estudos de Jornalismo (Labjor) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desde 2002, já estava digitalizado desde 2018, graças a um convênio com a hemeroteca da Biblioteca Nacional. A digitalização é vista como um complemento da catalogação da memória da SBPC, e não como um substituto desse processo. Cada documento digitalizado é arquivado em três lugares – em hard disk, em servidor e em nuvem – para garantir que não se perca. “Uma sala lotada de papel é menos perigosa do que um volume gigantesco de dados digitalizados, que podem se perder se um servidor queimar após uma descarga de energia”, diz Áurea Gil.

A organização do Centro de Memória está permitindo à SBPC conhecer melhor sua trajetória. Os responsáveis pelo acervo descobriram que a data em que se comemora a fundação da entidade, 8 de julho de 1948, não espelha exatamente o início de suas atividades. Foram encontrados registros de uma reunião ocorrida um mês antes, em 8 de junho, em que os fundadores lançam as bases da instituição. “Existe uma carta enviada pelo então proprietário do jornal *Folha de S.Paulo*, Nabantino Ramos, a três fundadores da SBPC, Paulo Sawaya [1903-1995] e os médicos José Reis [1907-2002] e Maurício Rocha e Silva, parabenizando pela criação da entidade e se referindo à reunião de 8 de junho”, diz Bruno Roma.

A engenheira de pesca Maria do Carmo Figueiredo Soares, secretária regional

Trabalho de digitalização realizado no Instituto de Estudos Brasileiros da USP e cartazes de reuniões e programas da SBPC



da SBPC em Pernambuco, recorreu ao CMAIH para recuperar a trajetória da instituição no estado. Ela diz que sempre ficou intrigada ao ver a galeria de fotos dos secretários regionais na entrada da sede da entidade em Recife. O primeiro dirigente da galeria é o parasitologista Frederico Simões Barbosa, da Fiocruz, secretário entre os anos 1961 e 1963, mas em 1955 houve uma reunião anual da SBPC em Recife, o que sugere que a instituição já funcionava no estado na década de 1950. Uma pesquisa feita pelos historiadores do Centro de Memória encontrou uma ata assinada por Paulo Sawaya, no início dos anos 1950, em que ele relata ter viajado ao “Norte”, onde foram criadas unidades da SBPC em Salvador e Recife. Ao pesquisar em números antigos da *Ciência e Cultura*, Soares encontrou referências a dois secretários

regionais de Pernambuco esquecidos na galeria de fotos.

O primeiro, em 1951, foi Newton da Silva Maia, professor da Escola de Engenharia da Universidade de Recife. O outro, em 1955, foi Nelson Ferreira de Castro Chaves, da Faculdade de Medicina da mesma universidade. “Ainda não consegui descobrir por quantos anos eles permaneceram na função e se houve outros dirigentes no período, mas continuei procurando”, diz Soares, professora aposentada da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Sua intenção era divulgar esse achado em um artigo a ser apresentado na próxima reunião anual da SBPC, mas o encontro, que aconteceria em julho em Natal, Rio Grande do Norte, foi adiado em decorrência da pandemia do novo coronavírus e não tem data para acontecer. ■ Fabrício Marques

MEDICAMENTO QUE VEM DA CANNABIS



Com uso bastante fundamentado para epilepsia, canabidiol é alvo de pesquisa intensa

Maria Guimarães

Certas epilepsias não respondem aos medicamentos existentes, submetendo crianças e adultos a uma sucessão de episódios convulsivos que impedem o desenvolvimento e uma vida normal. Para esses casos, o uso de canabidiol (CBD) – substância produzida pela planta *Cannabis sativa* – está se tornando uma realidade cada vez mais disseminada no mundo. Uma série de outras possibilidades de uso terapêutico desse composto e outros originados da maconha, os canabinoides, ainda são menos fundamentados e recebem crescente atenção de pesquisadores. É o caso de dor crônica de várias origens, ansiedade, estresse pós-traumático, autismo, Alzheimer, esquizofrenia, entre outros males para os quais as farmácias oferecem ajuda limitada.

Resultados de pesquisas internacionais, publicados em artigos científicos, corroboram a utilidade do canabidiol como adjuvante em tratamentos de epilepsia, de acordo com revisão publicada em 2018 na revista *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, pelo grupo da epidemiologista australiana Louisa Degenhardt, do Centro de Pesquisa Nacional em Drogas e Álcool, em Sydney. Em outra revisão, publicada em dezembro de 2019 na *Lancet Psychiatry*, ela alerta para a escassez de dados convincentes que justifiquem o uso disseminado de canabinoides para depressão, ansiedade, psicose e outros distúrbios psiquiátricos. A meta-análise que seu grupo fez, no entanto, incluiu tanto estudos investigando o uso da planta inteira quanto de compostos isolados, chegando a uma predominância de THC enquanto princípio ativo. As conclusões frisam a necessidade de mais estudos.

Alguns dos estudos citados nas revisões foram feitos na USP, que marca forte presença nos trabalhos com canabidiol – os pesquisadores brasileiros não têm acesso ao THC. De acordo com a plataforma Web of Science, a instituição paulista responde por cerca de 7% da produção científica

mundial, seguida por centros em Israel, no Reino Unido e nos Estados Unidos. A liderança se deve sobretudo à atividade dos grupos dos psiquiatras Antonio Zuardi, José Alexandre Crippa e Jaime Hallak, e do médico farmacologista Francisco Silveira Guimarães, todos do campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP-RP) (ver Pesquisa FAPESP nº 125).

Além de ser um foco de pesquisa, a possibilidade de contribuir para uma série de tratamentos tem tornado as menções na mídia mais e mais frequentes em anos recentes. Em alguns países, como parte dos Estados Unidos, Uruguai e Canadá, a medida adotada foi liberar o uso medicinal da maconha – por vezes a própria erva a ser fumada –, uma decisão controversa.

No Brasil esse caminho não está no horizonte. O que se propõe é o uso do canabidiol, a substância canabinoide destacada por ter efeitos terapêuticos. “Ações como a marcha da maconha têm um efeito pequeno”, pondera Antonio Zuardi. “A indústria percebeu que há um mercado, e essa pressão é muito mais forte.” Em março, entrou em vigor a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovada em dezembro, que permitirá a fabricação no Brasil de medicamentos com predominância de canabidiol como princípio ativo, em duas categorias quanto ao teor de tetra-hidrocanabidiol (THC) em sua composição (no máximo 0,2%, e mais de 0,2%), e sua venda em farmácias (ver *linha do tempo*). Os produtos com maior concentração de THC devem ser destinados apenas a pacientes com cuidados paliativos ou que sejam refratários a outras medicações ou doses. O THC é a substância responsável pelos efeitos psicotrópicos da maconha (que alteram a consciência) e, por isso, considerada mais perigosa. As autorizações continuarão a ser concedidas, como já acontece hoje, para uso compassivo – quando não há medicação eficaz. A denominação oficial “produtos à base de cannabis” significa que ainda

não seriam considerados medicamentos, mas a mudança permitiria à indústria farmacêutica disponibilizar novos produtos nas farmácias em caráter provisório.

Apenas no primeiro trimestre de 2019 o número de pedidos de autorização para a importação de fármacos à base de cannabis ultrapassou 6 mil. Estima-se um crescimento rápido desse mercado se houver produção nacional, embora os compostos não sejam a solução para tudo e todos como as movimentações comerciais podem fazer crer. Apenas um medicamento é vendido no Brasil, curiosamente com um teor de THC equivalente ao de canabidiol. É o Mevatyl, autorizado pela Anvisa em 2017 para o controle de espasmos causados pela esclerose múltipla e produzido pela britânica GW Pharmaceuticals, líder no mercado internacional. Embora tenha caído, o custo do tratamento ainda é alto e pode ficar por volta de R\$ 1,5 mil por frasco de 30 mililitros, que dura cerca de um mês conforme o caso. Com o nome de Sativex, o mesmo medicamento está autorizado em 28 países, que não incluem os Estados Unidos.

Zuardi estima que os primeiros fármacos brasileiros a chegarem ao mercado serão anticonvulsivantes para uso conjugado com outros remédios em síndromes epiléticas resistentes à medicação. “Sendo otimista, ainda neste ano”, prevê.

RUMO À CLÍNICA

O grupo de Ribeirão Preto está envolvido na linha de frente da pesquisa que pode conduzir ao desenvolvimento de um novo medicamento com canabidiol como princípio ativo e acaba de encerrar um ensaio clínico que envolveu 15 crianças e adolescentes entre 2 e 18 anos, com uma diversidade de síndromes epiléticas. Os dados ainda estão em análise, mas Zuardi adianta: “Os resultados foram excelentes”. De acordo com o pesquisador, em 60% dos pacientes as crises caíram pelo menos à metade, 40% dos quais fi-

caram livres de convulsões. A redução nas crises foi menor nos outros 40% dos pacientes e uma dessas crianças ficou sem nenhum benefício.

Não é suficiente, o psiquiatra admite. Foi um estudo aberto, no qual todos sabem o tratamento que as crianças recebem. “O canabidiol tem muita fama, e só por saberem que estão recebendo essa medicação as famílias já fazem todo o tratamento com mais cuidado”, conta. Resultados confiáveis vêm apenas com o ensaio duplo-cego, em que nem as famílias nem os pesquisadores sabem quais pacientes são medicados e quais recebem uma substância inócuoa, o placebo. “Esse estudo está em andamento e temos metade dos dados coletados, devemos terminar em meados do ano”, prevê.

Ante a dificuldade de obter o fármaco necessário em quantidade suficiente para os testes, o grupo de Ribeirão Preto firmou convênio com o laboratório farmacêutico Prati-Donaduzzi, que tem interesse em desenvolver medicamentos para entrar nesse mercado. O teste concluído agora foi proposto em 2014, mesmo ano em que o laboratório GW registrou um estudo com o mesmo intuito no site clinicaltrials.gov – repositório internacional oficial para esses testes. A empresa avançou nos testes e em 2018 lançou o Epidiolex, contra epilepsia, o primeiro medicamento cujo princípio ativo é quase unicamente o canabidiol aprovado para venda nos Estados Unidos. O ensaio brasileiro começou apenas em 2018, quando recebeu autorização da Anvisa: se der certo, o medicamento a ser produzido terá quase exclusivamente CBD como princípio ativo, mas dissolvido em veículos diferentes em relação ao similar britânico.

VIA DE MÃO DUPLA

Os estudos brasileiros na área vêm de longa data. Em 1990 Guimarães, que poucos anos antes terminara o doutorado sob orientação de Zuardi, publicou um artigo na revista *Psychopharmacology* descrevendo os resultados do uso do labirinto



MINITOMOGRAFIA PARA O CÉREBRO

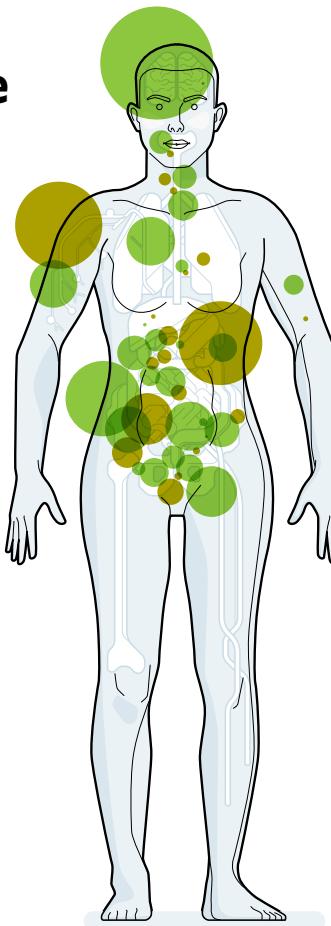
Em estudo piloto, Caroline Real tratou camundongos transgênicos, que servem como modelo para a doença de Alzheimer, com CBD cedido pelo grupo de Ribeirão Preto como parte da colaboração entre José Alexandre Crippa e o psiquiatra Geraldo Busatto, da FM-USP. O resultado foi uma redução da neuroinflamação nos exames de tomografia por emissão de pósitrons (PET), além de revelarem uma melhora na memória conforme avaliação pelo teste de reconhecimento de objetos. “Com 15 dias de tratamento já vimos progresso”, conta ela.

O sistema endocanabinoide

Os principais receptores interagem com moléculas produzidas pelo organismo e pela planta: THC ativa ambos, CBD pode ser antagonista



Os tamanhos dos círculos refletem a expressão gênica ligada a cada receptor nos diferentes órgãos e sistemas



CB1

Os receptores do tipo CB1 são mais abundantes no Sistema Nervoso Central, com presença significativa nas células de gordura e nos pulmões (*círculos maiores*). Pesquisas já detectaram um papel importante na regulação emocional e do apetite, na atividade e coordenação motoras, na percepção de dor, no raciocínio, na memória de curto prazo e na produção de células imunes

CB2

Os receptores do tipo CB2 estão principalmente em órgãos periféricos e associados ao sistema imunológico. Os círculos maiores evidenciam sua abundância nos linfonodos, no baço e no sistema gastrointestinal

FONTE RENATO FILEV / UNIFESP, DADOS NCBI GENE

em cruz elevado, um modelo de ansiedade, em ratos. O experimento mostrava que o canabidiol era eficiente como ansiolítico para esses animais, mas apenas em doses médias. Nas doses mais altas testadas, o efeito se perdia – o que explicaria resultados anteriores, de outros grupos, de que o composto não era adequado contra a ansiedade.

Como parte da repercussão, em 1991 Guimarães recebeu uma carta datilografada do bioquímico búlgaro-israelense Raphael Mechoulam, da Universidade Hebraica de Jerusalém, em Israel, o primeiro a elucidar as estruturas químicas do CBD e do THC e por isso uma referência na área. Ele propunha que Guimarães testasse os efeitos de modificações na estrutura molecular do CBD. Os resultados, publicados em 1994 na revista *General Pharmacology*, mostraram que algumas das formas modificadas do CBD (batizadas com o prefixo HU, de Hebrew University) eram tão eficazes quanto o canabidiol natural nos ratos que exploravam o labirinto em cruz: moléculas artificialmente alteradas nem sempre funcionam bem. Os resultados, somados a outros que se seguiram, fortaleceram a colaboração entre o grupo de Mechoulam e o da USP-RP. Um fruto

mais recente é o desenvolvimento – e teste – de compostos modificados do CBD com a adição de flúor em diferentes posições da molécula. A maior potência de um deles, quando comparado ao CBD natural, rendeu uma patente aos grupos israelense e brasileiro, recentemente adquirida por uma empresa norte-americana, a Phytex Pharm, com o intuito de desenvolver medicamentos dermatológicos.

Os grupos de Zuardi e de Guimarães trabalham em estreita colaboração no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Translacional em Medicina (INCT-TM), coordenado por Jaime Hallak e José Alexandre Crippa. A medicina translacional visa usar experimentos feitos em animais para direcionar ensaios clínicos, e no outro sentido voltar aos modelos animais para investigar a fundo os mecanismos por trás de observações feitas nos pacientes – formando uma via de mão dupla. “A transposição entre modelo e ser humano não é direta, mas fornece informações importantes para estudos clínicos, como os caminhos e a segurança da droga”, afirma Zuardi. “Se há um efeito consistente da droga sem dano aos animais, consideramos testar em seres humanos.”

Com base no funcionamento do sistema endocanabinoide (ver infográfico acima), ele é

categórico sobre o potencial de saírem medicamentos importantes dessas pesquisas. O psiquiatra explica que o cérebro tem mais receptores para canabinoides do que para neurotransmissores reconhecidos como centrais em seu funcionamento. Todas as regiões do sistema nervoso são repletas desses receptores, que cumprem um papel modulatório. “Se existe um sistema tão importante, as drogas que interferem nele podem tanto causar doenças como atenuá-las”, diz Zuardi. “O canabidiol é como uma Disneylândia para farmacologistas”, brinca Guimarães. “Já foram descritos mais de 60 alvos em estudos *in vitro*, mas ainda não se sabe com certeza como a molécula atua nesses receptores.” Na planta *Cannabis sativa*, já se conhece mais de 100 canabinoides, embora a esmagadora maioria ainda seja obscura quanto a seus efeitos e ação nos receptores animais.

EFEITO NEUROPSIQUIÁTRICO

De acordo com Guimarães, o grande número de alvos farmacológicos com os quais o CBD interage para produzir seus efeitos contraria um dogma da farmacologia segundo o qual quanto mais específico um fármaco, melhor, porque minimizaria o risco de efeitos adversos. A atuação naturalmente sistêmica dos canabinoides, ao contrário, está no cerne de seu potencial farmacológico e também da baixa incidência de efeitos adversos. A serotonina, por exemplo, um importante neurotransmissor, é de alguma maneira modulada pelo canabidiol, conforme mostram estudos *in vitro*. Assim, qualquer desequilíbrio nessa mediação pode causar depressão.

Um dos focos do grupo é justamente avaliar o potencial do canabidiol como antidepressivo, mostra artigo liderado pela farmacologista Sânia Joca, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas

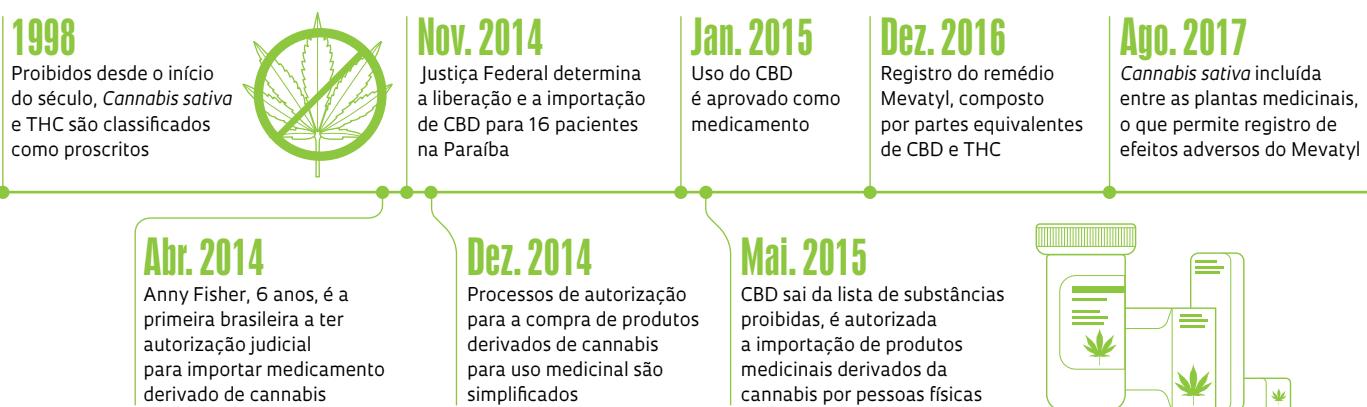


na USP-RP, publicado em fevereiro de 2019 na revista *Molecular Neurobiology*. Os experimentos sujeitaram ratos a testes de nado forçado por cinco minutos, um modelo comum para avaliar o efeito de antidepressivos. O comportamento natural dos ratos é aprender a boiar, fazendo apenas os movimentos mínimos necessários para manter a cabeça fora da água. Medicados com antidepressivos, os roedores nadam mais constantemente – efeito que foi também observado nos testes com canabidiol. Bastou injetar o composto dentro da cavidade abdominal meia hora antes do experimento para a medicação agir, um efeito que se mantinha por até sete dias. O desenvolvimento de antidepressivos de ação rápida seria uma ótima notícia para quem precisa por vezes esperar semanas, com risco de suicídio nos casos mais graves, até que o remédio cumpra sua função.

Abrace, na Paraíba, é a única associação com autorização de cultivo para pacientes

O caminho da legalidade

Desde a proscrição em 1998, uso medicinal de produtos da planta *Cannabis sativa* aos poucos é regulamentado pela Anvisa



A ação generalista do CBD também está ligada a seu efeito anti-inflamatório e antioxidante. “Os processos inflamatórios estão por trás de muitas condições ligadas ao sistema nervoso central”, resume Guimarães. Vem daí, entre outros efeitos, um papel neuroprotetor.

“Temos fortes indícios de benefícios dos canabinoides para doenças neurodegenerativas”, completa a biomédica Fernanda Crunfli, atualmente em estágio de pós-doutorado no Laboratório de Neuroproteômica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), coordenado pelo biólogo Daniel Martins-de-Souza. Durante o doutorado no Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da USP, orientado pela bióloga Andréa Torrão, ela injetou no cérebro de ratos uma substância chamada estreptozotocina, tóxica para o sistema nervoso, capaz de mimetizar a morte neuronal e o prejuízo cognitivo causados pela doença de Alzheimer. O comportamento natural de roedores é investigar por mais tempo objetos novos em comparação aos já conhecidos, mas essa diferença desaparece quando há danos cognitivos. Crunfli tratou as cobaias por sete dias com o canabinoide sintético Acea e viu que os ratos passavam a ter melhor memória no reconhecimento dos objetos. Além disso, verificou-se uma maior sobrevivência das células devido ao aumento na produção de proteínas que combatem a morte neuronal por apoptose, conforme mostra artigo publicado em abril na revista *Neurotoxicity Research*. De acordo com a pesquisadora, isso acontece porque a medicação reduz a neuroinflamação e o estresse das células, que caracterizam doenças neurodegenerativas como a de Alzheimer.

Outro efeito característico das doenças neurodegenerativas é uma alteração no metabolismo da glicose, fonte de energia do sistema nervoso, que

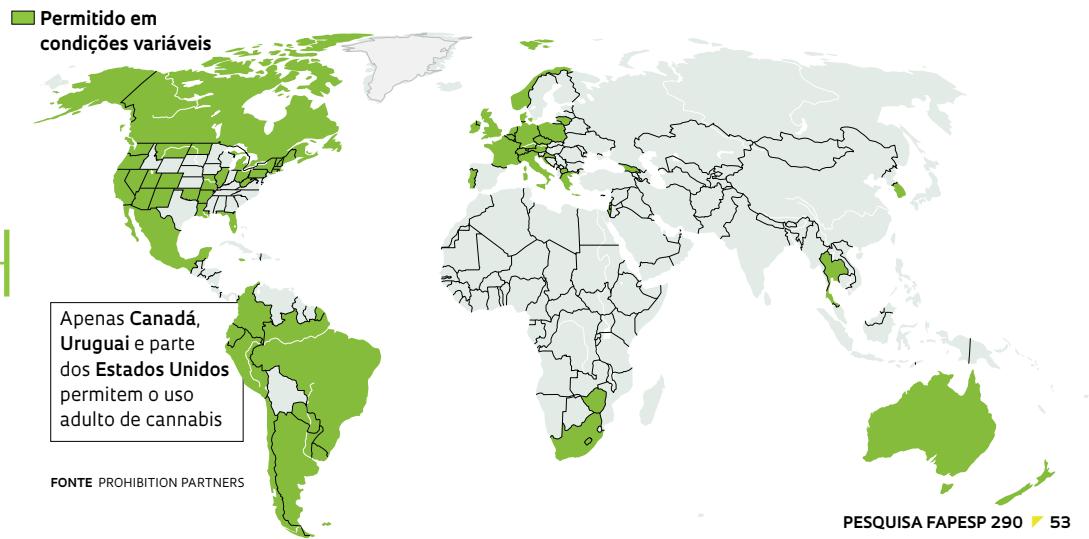
agora a biomédica estuda no cérebro de ratos por meio de um projeto em parceria com a fisiologista Caroline Real, pesquisadora de pós-doutorado no Hospital das Clínicas (HC) da Faculdade de Medicina da USP, no grupo do médico nuclear Carlos Buchpiguel e da farmacêutica Daniele de Paula Faria. Em resultados preliminares, o grupo viu que tanto o tratamento com Acea quanto com CBD reverteram os prejuízos cognitivos e melhoraram o metabolismo da glicose, aprofundando o entendimento dos mecanismos envolvidos.

Há indícios de que pessoas com esquizofrenia também possam se beneficiar de canabidiol, como mostrou o grupo de Zuardi desde as primeiras pesquisas em pacientes há cerca de 25 anos. O tema é delicado, em parte porque o risco de desenvolver a doença triplica para adolescentes que fumaram muita maconha. Analisando os compostos isolados, já é sabido que o THC piora o quadro de psicose em esquizofrênicos.

O CBD, por outro lado, parece ajudar no controle de surtos psicóticos. Vários grupos de pesquisa estão trabalhando para esmiuçar os efeitos e transformar esse longo histórico de conhecimento em propostas para tratamento. “Alguns sintomas da esquizofrenia, como delírios e alucinações, melhoram com antipsicóticos existentes”, diz a biomédica Vanessa Abilio, do Departamento de Farmacologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). “Outros, como déficits cognitivos, dificuldade de desempenho social e embotamento afetivo, carecem de novas possibilidades de medicação.” O canabidiol surgiu como uma alternativa para esses últimos sintomas, que o grupo coordenado por ela estuda em modelos animais. Os ratos que mimetizam a

Farmácia global

Mais de 40 países já regulamentaram o uso médico da planta





CINDERELLA 99
0,5% THC, 11%-20% CBD



TOLOMELLI
THC E CBD EM PROPORÇÃO 2:1



CANDIDA
0,5% THC, 11%-20% CBD

doença andam muito de um lado para o outro, comportamento que Abilio explica ter uma base neuroquímica semelhante à do delírio humano. Eles também não demonstram interesse especial por ratos que encontram pela primeira vez, um sinal de limitações sociais.

A ideia é delinear um tratamento com canabidiol que possa atuar como preventivo para pessoas consideradas de alto risco para desenvolvimento da esquizofrenia devido ao histórico familiar ou a alterações comportamentais típicas, como ela e colegas explicam em artigo publicado em 2018 na revista *Frontiers in Pharmacology*. Há ainda, porém, um longo caminho entre os estudos em modelos animais e a possibilidade de se chegar a essa medicação.

Também na fronteira entre estudos em modelos animais e abordagens clínicas, o biólogo Renato Malcher, da Universidade de Brasília (UnB), tem verificado em roedores uma relação entre o sistema endocanabinoide e a probabilidade de filhotes nascerem com aspectos identificados com o autismo. Ele pôde estender o estudo para seres humanos graças à AMA+ME, uma associação que fornece medicação a pacientes que obtêm autorização judicial e que, em 2016, tratou 18 pacientes autistas com um composto de CBD e THC, em proporção de 75 para 1, por entre seis e nove meses. Malcher analisou os resultados e detectou melhorias em uma série de parâmetros, especialmente convulsões, transtorno de déficit de atenção, distúrbios do sono e dificuldades de comunicação e interação social em 14 dos pacientes (três abandonaram o tratamento e um não respondeu a ele), conforme relata em artigo publicado em outubro de 2019 na revista *Frontiers in Neurology*. A ressalva é não ter sido um estudo planejado, com todos os controles necessários a um ensaio clínico. “Foi o estudo possível de ser feito: muitos pacientes requisitaram o tratamento ao mesmo tempo e surgiu a oportunidade”,

conta. Assim, a melhora das crianças foi medida conforme a percepção dos pais, em questionários padronizados com acompanhamento do clínico responsável, Paulo Fleury-Teixeira. Resultados semelhantes foram relatados pelo grupo do pediatra Matitiahu Berkovitch, do Centro Médico Assaf Harofeh em Tel Aviv, Israel, publicado em janeiro de 2019 na revista *Frontiers in Pharmacology*. O acompanhamento por dois meses de 53 crianças medicadas com canabidiol revelou, por meio de relatos dos pais, uma melhora em uma série de sintomas associados ao autismo, como ataques de raiva, hiperatividade, distúrbios do sono e ansiedade.

CORRIDA DE OBSTÁCULOS

O neurocientista Renato Filev, pesquisador de pós-doutorado no grupo do psiquiatra Dartiu Xavier da Silveira, na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), encontrou percalços santomáticos de como a legislação pode ser um entrave para a pesquisa com canabinoides. No doutorado – sob orientação do neurocientista Luiz Eugênio Mello, também na Unifesp –, ele estudou em camundongos o uso de THC contra efeitos do álcool, conforme publicou em 2017 na revista *Alcohol*. “O efeito foi satisfatório na redução do comportamento de locomoção induzido pelo álcool”, resume. Agora, sua intenção é continuar investigando o uso de canabinoides para o tratamento de dependência química, especificamente de crack, continuando um trabalho feito por Silveira nos anos 1990. Mas ainda não conseguiu pôr em andamento o projeto.

Em 2017 Filev obteve financiamento por meio de um convênio entre a Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas (Senad) e a Unifesp. Mas como protocolos para a obtenção de uma subsunância controlada – mesmo por meio de um acordo de doação por uma empresa – não são habituais na universidade, os trâmites burocráticos não estão estabelecidos e acabaram impedindo que o projeto fosse executado. Ele agora está em



CBD MH1
0,3%-0,5% THC, 12%-16% CBD



HARLE-TSU
0 THC, 10,5% CBD



CRITICAL CBD
6% THC, 10% CBD

Linhagens usadas para extratos medicinais têm teores conhecidos de canabinoides

busca de um novo financiamento e parcerias que lhe permitam fazer o ensaio clínico, que defende como inovador. “Não existe padrão ouro para tratamento de dependência de crack.”

Não há perspectivas de melhora na possibilidade de pesquisadores obterem canabidiol: em dezembro a Anvisa recusou a regulamentação de plantio de *Cannabis sativa*. Por enquanto, só pode plantar maconha a Associação Brasileira de Apoio Cannabis Esperança (Abrace), da Paraíba, instituída em 2015 e que produz extratos para pacientes associados.

DA FARMÁCIA DOMÉSTICA AO MERCADO

Enquanto é necessário importar extratos a altos preços, com uma boa dose de burocracia, de demora para entrega e incerteza nos teores de canabinoides, muitas famílias brasileiras se organizam em associações como a Abrace e obtêm autorizações judiciais individuais para plantio e produção artesanal de óleo. É o caso da bancária Maria Aparecida Carvalho, a Cidinha, que em 2014 descobriu que o CBD poderia ajudar sua filha Clárian, à época com 10 anos, que sofre com a síndrome de Dravet. Além de convulsões frequentes e prolongadas, a doença afeta a capacidade de transpiração e o tônus muscular, entre outros problemas, impossibilitando uma vida normal. Hoje Cidinha é presidente da Associação Cultivive, cujo diretor científico é o psicofarmacólogo Elisaldo Carlini, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), pioneiro no estudo de canabinoides no Brasil. Por intermédio da associação, a equipe ensina outras famílias a obter medicação e a extrair o óleo da planta.

Quem precisa de medicamentos à base de cannabis tem atualmente vários outros desafios além do custo, a começar por encontrar um médico que a prescreva. Por isso Viviane Sedola, formada em relações públicas, fundou a Dr. Cannabis. A empresa mantém uma plataforma que congrega médicos que receitam canabinoides e podem ser buscados por pacientes. Também

auxilia no processo de preparar a documentação necessária para pedir aprovação à Anvisa e ajuda a encontrar fornecedores para a importação. Diante das mudanças recentes anunciadas pela agência, que pretende desburocratizar e acelerar o processo, a Dr. Cannabis pode ter que mudar seu foco de ação.

Sedola não vê isso como um problema: ela tem batalhado pela regulamentação dos canabinoides e explica que o Canadá é o único país de grandes dimensões que conseguiu regulamentar o plantio. “Não se pode pensar só no agronegócio, só no paciente, só na economia.” Como é preciso olhar todos os lados, ela defende que a decisão venha do Poder Legislativo – e avisa que a comissão da Câmara dos Deputados tem avançado: em fevereiro se reuniu, tendo como convidado o ex-presidente da Anvisa William Dib, e representantes foram à Colômbia entender a regulamentação daquele país.

“Presumo que canabidiol, THC e outros canabinoides se tornarão drogas oficiais e serão prescritos dessa maneira pelos médicos”, diz Mechoulam, da Universidade Hebraica de Jerusalém, que calcula que em Israel cerca de 50 mil pacientes tenham oficialmente acesso à cannabis medicinal para uma variedade de doenças. O canabidiol é visto como seguro porque não há registro de mortes induzidas por seu consumo, mas não significa que seja inócuo. O principal problema parece ser que ele inibe enzimas do fígado que metabolizam outros medicamentos, então é necessário cuidado com as interações medicamentosas em tratamentos que exigem uma combinação de fármacos. “Todos os medicamentos são perigosos”, afirma Guimarães. “Alguns são úteis.” Em sua opinião, não há dúvida de que os canabinoides o são. “Seu uso terapêutico é um caminho sem volta”, prevê. ■

O afinador das cordas

Físico britânico relata como ajudou a reformular nos anos 1980 teoria que pretende descrever tudo o que existe no Universo

Marcos Pivetta e Ricardo Zorzetto

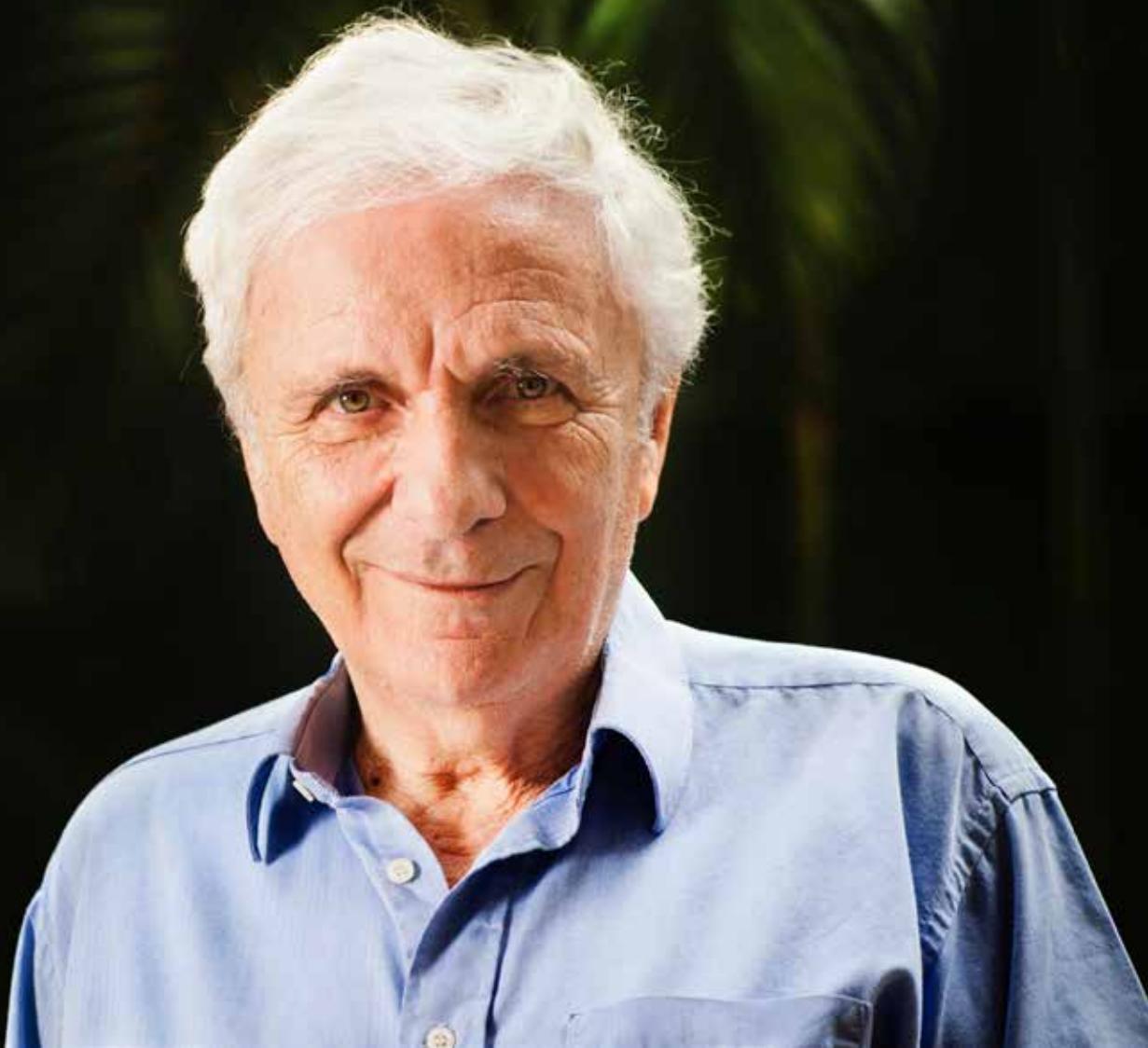
Em parceria com o norte-americano John Schwarz, o físico teórico britânico Michael Green, hoje professor emérito da Universidade de Cambridge e docente da Universidade Queen Mary de Londres, publicou dois trabalhos em 1984 que levaram à chamada primeira revolução das supercordas. Os estudos resolviam inconsistências matemáticas da teoria das cordas, um modelo segundo o qual o Universo seria constituído por filamentos microscópicos, as cordas, que vibrariam em até 26 dimensões do espaço-tempo. Os trabalhos simplificaram a introdução dos férmiões – um dos dois grandes tipos de partículas elementares (o outro são os bósons) – na teoria das cordas e revigoraram o interesse por um campo de estudos que estava em baixa.

Formulada originalmente no fim dos anos 1960, a teoria das cordas, em suas versões iniciais, incluía apenas os bósons. Essa categoria reúne as partículas transmissoras das forças eletromagnéticas, nuclear forte e nuclear fraca, como

o fóton, o glúon e os bósons Z e W. Essas forças são absorvidas ou emitidas pelos férmiões, as partículas de matéria (elétron, mûon, tau, três tipos de neutrino e seis de quark). “O que John e eu fizemos foi reformular a teoria das cordas de uma maneira que tivesse férmiões e bósons e, assim, pudesse apresentar supersimetria”, explica Green, de 73 anos. “Férmiões se comportam de maneira muito diferente dos bósons.” A supersimetria prevê que cada férnion conhecido teria um hipotético bóson como parceiro supersimétrico, com a mesma massa e demais características, e vice-versa.

Green visitou pela primeira vez o Brasil no início de fevereiro. Esteve na cidade de São Paulo para participar de eventos do Centro Internacional de Física Teórica do Instituto Sul-americano para Pesquisa Fundamental (ICTP-Saifr), sediado no Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-Unesp), cuja presidência do conselho científico acaba de assumir. Nesta entrevista, o físico fala da importância de seus trabalhos e da teoria das cordas.

Michael Green durante visita a São Paulo em fevereiro, quando assumiu a presidência do conselho científico do ICTP-Saifr



Quais são suas obrigações e planos como presidente do conselho científico do ICTP-Saifr?

Ainda estou aprendendo sobre o instituto, que é novo e muito ambicioso. Conheço o Nathan Berkovits [diretor do ICTP-Saifr] há muitos anos e é impressionante ver como ele conseguiu montar um centro com interesses amplos. O foco das ciências matemáticas está mudando. Há muito potencial para se trabalhar em temas ligados à biologia. Outras áreas da física teórica, que já eram interessantes, agora estão ainda mais interessantes. Ainda estou me colocando a par de quais são as limitações monetárias do instituto. Com mais dinheiro, é possível ampliar as áreas de pesquisa.

O senhor não tinha relação formal com o ICTP-Saifr antes de ser escolhido para esse posto?

Não. Estive em comitês similares de outros institutos. Há um instituto semelhante em Bangalore, na Índia, de cujo conselho ainda faço parte. Ele é estruturado de forma diferente do ICTP, é maior e seu escopo de atividades também. A questão central é como garantir um orçamento para o futuro. Se há incertezas sobre o financiamento futuro, é difícil atrair pessoas para o instituto.

O senhor poderia comentar por que seus trabalhos com John Schwarz em 1984 foram tão importantes para a área de teoria das cordas?

Esses artigos foram o apogeu de nossa colaboração. Naquele momento, John [do Instituto de Tecnologia da Califórnia, Caltech] e eu estávamos trabalhando conjuntamente havia cinco anos. Todo ano passávamos de três a quatro meses juntos, nos Estados Unidos ou no Reino Unido. A teoria das cordas existia desde o final dos anos 1960, mas a área tinha se enfraquecido no meio dos anos 1970. Isso ocorreu porque houve uma série de desenvolvimentos na área que chamamos de teoria quântica de campos, uma ferramenta básica para construir teorias com partículas elementares. No início dos anos 1970, surgiu, por exemplo, o Modelo Padrão, a explicação para a maioria das observações feitas nos ex-

perimentos de física de partículas. Logo depois houve desenvolvimentos teóricos na área que chamamos de supersimetria. Esses avanços atraíram para essas áreas as pessoas que tinham trabalhado nas primeiras versões da teoria das cordas. Mas John e eu continuamos interessados na teoria das cordas, ao lado de poucos colegas. Em paralelo, quem trabalhava com supersimetria enfrentava grandes dificuldades. Então, em 1984, descobrimos que a teoria das cordas evitava a ocorrência de problemas que também afetavam os estudos com supersimetria e outras áreas.

Quais eram exatamente os problemas?
Eram violações que chamamos de anomalias. Há certas propriedades da física clássica, formuladas antes do surgimento da teoria quântica, que são consideradas sagradas, que não podem ser destruídas. Esse é o caso, por exemplo, da lei da conservação de energia e das cargas elétricas. Em sistemas quânticos, essas leis podem ser violadas, mas não em sistemas clássicos. Algumas anomalias são aceitáveis. Outras, como a violação da conservação de energia, representam um desastre. São inconsistências graves em uma teoria. O Modelo Padrão é uma linda teoria, não tem anomalias. Mas, quando se tentava ir além dele e construir uma teoria que explicasse todas as forças da natureza, as tentativas apresentavam anomalias. Sempre nos disseram que iríamos encontrar também anomalias na teoria das cordas. Mas, em 1984, fizemos cálculos e vimos que a teoria das cordas evitava esse tipo de problema de uma forma muito inteligente.

Naquele momento, ainda havia dificuldade de se estruturar uma teoria das cordas que contivesse os férmiões e os conectasse aos bósons por meio da supersimetria?

O que John e eu fizemos foi reformular a teoria das cordas de uma maneira que tivesse férmiões e bósons e, assim, pudesse apresentar supersimetria. Férmiões se comportam de maneira muito diferente de bósons. Dizer que há uma supersimetria que os relaciona não é óbvio e menos óbvio ainda do ponto de vista experimental. Até hoje, não há nenhuma evidência direta experimental de que a supersimetria existe na natureza. A razão do entusiasmo das pessoas pelos

“

A teoria das cordas não é uma teoria em si, mas um arcabouço matemático para discutir muitas teorias diferentes

nossos trabalhos era bastante teórica. Uma teoria que tem supersimetria tem propriedades matemáticas que permitem entender as coisas de uma maneira mais profunda do que outra sem supersimetria. Por isso, a conexão da teoria das cordas com os matemáticos se tornou enorme. O problema é que nos experimentos de física ocorre sempre a quebra da supersimetria.

O senhor poderia explicar melhor essa questão?

Esse é um conceito difícil. Há simetrias conhecidas na física que não vemos. Vou dar um exemplo fácil. Imagine uma montanha simétrica, com uma bola colocada em seu topo. A bola pode cair para qualquer um dos lados. Enquanto a bola está no topo, há uma completa simetria entre as equações que descrevem essa situação. Mas sabemos que a bola vai cair para um dos dois lados, onde há vales. Quando cair, a simetria será quebrada. O que vemos na natureza com os experimentos é a bola no vale. No topo da montanha, a bola é muito instável. A ideia de quebra de simetria na natureza é muito comum. Se a supersimetria [de

bósons e férmiions] existir na natureza, também deve ser dessa forma. Para cada partícula do tipo bóson teria de haver, em tese, outra do tipo férnion com a mesma massa. Mas sabemos que isso não é verdade, não deve haver um duplo para cada partícula. Então, se a supersimetria de fato existir, ela deve se apresentar de maneira quebrada. A questão que se impõe é: podemos entendê-la?

Se conseguimos observar apenas uma supersimetria quebrada, como podemos saber que antes ela estava intacta?

Essa é justamente uma das críticas feitas à supersimetria. As pessoas defendem essa ideia por vários motivos emocionais, como acreditar que, de algum modo fundamental, todas as partículas estariam inter-relacionadas. Hoje a supersimetria é o único jeito de estabelecer essa relação entre bósons e férnioms. Além disso, as propriedades matemáticas das teorias com supersimetria são tão bonitas. Os matemáticos as consideram belas, o que não quer dizer que haja necessariamente uma boa física por trás disso.

Os equipamentos de que os físicos dispõem hoje seriam poderosos o suficiente para encontrar evidências experimentais da validade da teoria das cordas?

O problema é que não sabemos quais realmente são as previsões da teoria das cordas. Quando Einstein estava pensando a relatividade geral, havia uma série de suposições. Assim que formulou sua famosa equação, ele imediatamente reconheceu que ela explicaria a precessão anômala da órbita de Mercúrio e o desvio da luz no eclipse solar.

A teoria das cordas é a busca por uma teoria de tudo, que tenta ir além do Modelo Padrão e unificar a relatividade com a teoria quântica de campos, algo ainda não feito?

Acho que não. Ela não é uma teoria em si. De modo mais geral, é uma estrutura, um arcabouço matemático, para discutir muitas teorias diferentes. Deixe-me dar um exemplo. As pessoas falam de teoria quântica de campos. Ela se desenvolveu depois que a mecânica quântica foi proposta. Paul Dirac [físico teórico britânico que ganhou o Nobel de Física de 1933] foi um dos primeiros a falar de teoria quântica de campos. Ela não define uma teoria, mas a forma de abordar teorias.

Penso que a teoria das cordas seja análoga. Ela contém em si uma teoria quântica de campos, como a gravidade de Einstein ou o eletromagnetismo. É uma forma interessante de falar de partes da física teórica. Além disso, eu me pergunto: o que é tudo? Tudo é o que acreditamos ser importante hoje, mas não inclui o que ainda podemos descobrir. Esse conceito não é muito útil.

A imagem que relaciona cordas vibrando em diferentes dimensões a distintas partículas é elegante. Mas essa ideia vai prevalecer?

Sinceramente espero que a teoria das cordas leve a algum lugar, mas suspeito que não se verá uma corda. Precisamos de uma nova linguagem. Para se pensar em uma corda vibrando no espaço, primeiro precisa existir o espaço. A ideia de que o espaço é um pano de fundo estático no qual as partículas vibram é uma boa aproximação. Sabemos por meio da gravitação quântica que o espaço é dinâmico, no sentido de que sua geometria vibra como as partículas que se movem nele. Vou fazer uma analogia grosseira. Imagine uma corda microscópica sobre uma folha de papel. Vista por meio de um poderoso microscópio, a folha apresenta uma estrutura fina que não é homogênea nem contínua. Há variações em sua trama. Então, se colocarmos uma corda minúscula no papel, ela também não será um objeto contínuo. Afinal, o próprio papel apresenta flutuações. A ideia de que é possível separar a corda do espaço em movimento é uma aproximação usada na teoria das cordas perturbativa. Nela, assume-se que o *background* é liso e não tem estrutura. Essa aproximação permite criar as vibrações quânticas das cordas, mas não as vibrações quânticas do espaço, seja lá o que isso signifique. Esse é o problema da gravidade quântica. Embora não se saiba o que significa, a mecânica quântica, em seu sentido mais geral, exige que a ideia de espaço contínuo seja desfeita a distâncias muito, muito pequenas.

De 2009 a 2015, o senhor ocupou uma das posições acadêmicas mais reconhecidas internacionalmente: a cadeira de professor lucasiano de matemática na Universidade de Cambridge, ocupada antes por Stephen Hawking e por Isaac

“

A ideia de que o espaço é um pano de fundo estático é uma aproximação. O espaço vibra como as partículas que se movem nele

Newton entre o fim do século XVII e o início do XVIII. Quais eram suas obrigações na cadeira?

Se Hawking [1942-2018] não tivesse existido, ninguém teria ouvido falar da cadeira lucasiana, apesar de ela ter sido ocupada por expoentes como Isaac Newton [1642-1727] e Paul Dirac [1902-1984]. Hawking foi um grande físico que viveu com um problema de saúde grave, o que é inacreditável. Essa é uma das razões de sua fama. Muita gente não sabe nada sobre a física que ele criou. Não há obrigação alguma em particular. É apenas um título. É preciso se aposentar aos 67 anos. Na Grã-Bretanha, todas as universidades, exceto as de Oxford e Cambridge, não determinam a idade de aposentadoria. Elas funcionam como nos Estados Unidos. Pode-se ficar quanto tempo quiser. Em situações excepcionais, as instituições podem impor a aposentadoria. Oxford e Cambridge argumentaram que são exceções e que a estrutura de seu corpo docente seria muito afetada caso não fosse imposta uma idade de aposentadoria. As pessoas tendem a ir para Cambridge ou Oxford e não sair mais. Penso que a aposentadoria

dos professores é algo bom para as universidades porque há falta de postos de trabalho para os mais jovens.

Quando foi criada, a cadeira lucasiana funcionava como uma espécie de bolsa, não?

Como disse, hoje é apenas um título. A verba para a cadeira lucasiana foi doada por um homem chamado Henry Lucas [1610-1663], um parlamentar, no século XVII. Newton foi o segundo a ocupar a posição. O dinheiro era investido para pagar salários, mas a verba não existe mais há muito tempo. O dinheiro para pagar o professor lucasiano não vem mais desse fundo. Quando se olha para a história, algumas pessoas que ocuparam a cadeira lucasiana se aposentaram rapidamente a fim de assumir outras cadeiras que pagavam melhor. E as pessoas não ligam muito para títulos, ligam para o dinheiro. Embora seja uma cadeira em matemática, muitos dos ocupantes no último século eram da física teórica.

Vamos falar de um tema mais geral. Qual será o impacto do Brexit na ciência feita no Reino Unido?

Ninguém sabe ao certo o que vai acontecer. Para quem trabalha com física básica, como eu, a necessidade de financiamento é modesta. Precisamos de dinheiro para viajar, ter alunos de doutorado e estagiários de pós-doutorado. É pouca verba se compararmos com a demanda da física experimental. No momento, uma grande fração desse dinheiro vem da União Europeia, por meio do Conselho Europeu de Pesquisa (ERC) e do Fundo Marie Curie. A Grã-Bretanha parece que não vai fazer parte dessas entidades, embora haja rumores de que, como Israel e Suíça, poderíamos ser membros associados. O governo britânico prometeu aumentar enormemente o financiamento para a ciência. Há algumas semanas, Dominic Cummings, o principal conselheiro do primeiro-ministro Boris Johnson, disse que quer colocar mais dinheiro em matemática. Se isso vai de fato ocorrer... O momento é muito imprevisível. Para o financiamento de ciência, o Brexit pode até ser bom no fim das contas, mas será terrível do ponto de vista social. Vai nos apartar da Europa. Espero que não corte todos os laços. Colaborações acadêmicas são muito importantes. ■

INSETOS COMESTÍVEIS

Com alto valor proteico, grilos, larvas de besouros e formigas conquistam espaço como alternativa alimentar; Brasil dá os primeiros passos para disputar esse mercado

Suzel Tunes

Alimentos convencionais e grilos desidratados (segundo pote a partir da esquerda): inseto é matéria-prima para nutrição humana



Um novo ramo do setor agropecuário está se instalando em Piracicaba. Na cidade paulista que é considerada o vale do agronegócio brasileiro por concentrar cerca de 40% das startups do setor está sendo montada uma biofábrica para a criação de grilos. O projeto de um sistema semiautomatizado para a produção em larga escala de *Gryllus assimilis* foi criado pela startup Hakkuna. O objetivo da empresa é obter matéria-prima em escala industrial para a produção de barras proteicas à base de farinha de grilo, produzidas de forma artesanal pela Hakkuna desde 2015. “A criação de insetos no Brasil ainda é muito artesanal. Nossa projeto busca reduzir o trabalho humano e padronizar a produção”, conta o sócio-fundador da startup, o engenheiro de materiais Luiz Filipe Carvalho.

A bióloga e doutora em entomologia Patrícia Milano, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), também se prepara para disputar o mercado de insetos comestíveis. Em 2016 ela criou a Ecological Food, cujo negócio é a venda de insetos para fabricação de ração animal. Com suporte do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresa (Pipe), da FAPESP, e da incubadora EsalqTec, pertencente à Esalq-USP, Milano desenvolveu uma dieta específica para grilos e baratas.

“Os resultados foram excelentes. As melhorias no sistema de produção de insetos resultaram em organismos com maior valor nutricional, sem encarecer a produção”, afirma. Agora, Milano pretende dar continuidade ao projeto, aperfeiçoando a metodologia de criação de algumas espécies com vistas à alimentação humana. A Ecological Food fica em Limeira (SP), a cerca de 40 quilômetros de Piracicaba.

Luiz Filipe Carvalho e Patrícia Milano seguem uma tendência mundial. É crescente o interesse pelos insetos como alternativa alimentar. Segundo o holandês Arnold van Huis, um dos principais pesquisadores no campo da entomofagia (o uso de insetos como alimento por seres humanos), a base internacional de dados Web of Science revela um crescimento exponencial no número de artigos acadêmicos publicados sobre o tema, sobretudo a partir de 2015 (ver gráfico na pág. 66). Van Huis é professor da Universidade de Wageningen, localizada na cidade holandesa de mesmo nome, e editor da publicação científica *Journal of Insects as Food and Feed*.

Aumenta também o faturamento das empresas que apostam nos insetos como ingredientes para alimentação animal ou humana. A consultoria *Meticulous Research* avaliou em US\$ 406,3 milhões o valor do mercado de insetos comestíveis em 2018 e prevê que ele deva triplicar até 2023. Um dos negócios mais bem-sucedidos é o da ho-



landesa Protix, que recebeu aportes de investidores de US\$ 50 milhões em 2017 para investir na criação de insetos destinados à produção de alimento humano e ração animal.

No Brasil, a Hakkuna e a Ecological Food pretendem surfar nessa onda. O projeto da Hakkuna para produção em larga escala de *Gryllus assimilis* iniciou sua primeira fase em março e visa desenvolver controles automáticos das condições ambientais da criação dos insetos, como níveis de temperatura e umidade. O contêiner que a empresa está estabelecendo em Piracicaba também irá dispor de sensores para controle de um alimentador automático – inicialmente, com ração de aves, até que a empresa desenvolva uma alimentação específica.

A Hakkuna, explica Carvalho, nasceu de um interesse pessoal por alimentação esportiva. “Sempre pratico esporte e sentia a necessidade de ter no cardápio opções de proteínas mais naturais e saudáveis. Em meados de 2015 comecei a pesquisar o que era feito no exterior e encontrei uma startup norte-americana, a Exoprotein, fabricando barras de proteína com farinha de grilo. Achei a ideia interessante e fui pesquisar quem fazia isso no Brasil. Não encontrei ninguém”, conta. “Então, comprei um curso on-line de criação de insetos, 100 gramas de grilos vivos e passei a testar produtos e o mercado. Assim começou a Hakkuna.”

Desidratados e transformados em farinha, os grilos apresentam-se como alternativa a alimentos e suplementos, como o *whey protein*, a proteína de soro do leite, bastante consumida por praticantes de atividades físicas. Segundo Carvalho, que tem como sócio no negócio o engenheiro-agrônomo Marcelo Romano Teixeira, os insetos saem ganhando na comparação: além dos mesmos aminoácidos essenciais, a farinha feita a partir deles ainda contém fibras e ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, inexistentes no *whey protein*. Além da farinha proteica e das barrinhas, o empresário pretende comercializar snacks. Assim como a Ecological Food, a Hakkuna conta com suporte do Pipe e da EsalqTec, além do apoio da aceleradora GrowBio.

Apesar da crescente tendência recente, insetos estão no cardápio dos seres humanos há muito tempo. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), pelo menos 2 bilhões de pessoas ao redor do mundo alimentam-se de insetos. Mais de 1.900 espécies – destacando-se besouros, lagartas, vespas, formigas, gafanhotos e grilos – fazem parte da dieta tradicional de habitantes da Ásia, África e de comunidades indígenas na América Latina (ver box na pág. ao lado). Alguns estudos apontam que o hábito vem desde tempos pré-históricos.

A novidade é que eles começaram a chegar a restaurantes e prateleiras dos supermercados de grandes centros urbanos na Europa, Estados Unidos e, mais recentemente, no Brasil. A francesa Jimini's foi uma das pioneiras. Criada em 2012, ela produz barras de cereais, massas e granolas à base de farinha de insetos, além de petiscos feitos com insetos desidratados e temperados, como larvas de tenébrio – uma espécie de besouro – com alho e ervas finas. Esses alimentos eram vendidos inicialmente pelo site da empresa. No começo de 2018, após a União Europeia aprovar e regulamentar o consumo de insetos, a Jimini's passou a vender seus produtos na rede de supermercados Carrefour na Espanha, a preços que variam de € 2 a € 7. Os insetos são criados em fazendas europeias. Já a norte-americana Chirps importa matéria-prima para farinha, snacks e biscoitos da Tailândia, onde se calcula que existam 20 mil “fazendas de grilo” – o país é um dos líderes globais na área.

Na Alemanha, a BugFoundation vende hambúrgueres que levam 45% de uma mistura proteica feita à base de soja e larvas do besouro *Alphitobius diaperinus*, conhecido no Brasil como cascudinho. De acordo com os fabricantes, o sabor lembra sementes de girassol ou amendoim. Os animais são criados na Holanda, um dos primeiros países ocidentais a permitir a comercialização e o consumo de produtos alimentícios contendo insetos.

O veterinário alemão Nils Grabowski, chefe do Departamento de Higiene e Tecnologia de Insetos Produtivos da Universidade de Medicina Veterinária de Hannover, no norte do país, atesta que o mercado de insetos comestíveis na Alemanha é pequeno, mas aparentemente está crescendo. “A Alemanha é um país sem tradição real de entomofagia. Comer inseto era considerado um hábito curioso praticado por alguns povos extraeuropeus sem acesso à comida ‘real’ ou que precisam desse tipo de alimento para matar a fome. É claro que isso está longe da realidade. As pessoas não comem insetos porque precisam, mas porque querem”, declarou Grabowski a *Pesquisa FAPESP*.

Uma pesquisa na Tailândia, segundo ele, mostrou que a maioria das pessoas busca esses ani-

Insetos integram o cardápio humano há muito tempo. Estima-se que cerca de 2 bilhões de pessoas se alimentem desses animais no mundo



Grilos, gafanhotos e larvas de besouros são apreciados nos cinco continentes

Uma iguaria global

Saiba mais sobre o consumo de insetos no planeta

Um dos insetos mais consumidos do planeta é a cochinilha (*Dactylopius coccus*) – embora muita gente nem saiba que ela faz parte de sua dieta. Esse animal é usado na fabricação do corante vermelho carmim, muito usado pela indústria alimentícia em todo o mundo.

ÁFRICA

Em Camarões, são concorridas as larvas do besouro

Rhynchophorus. Cabe às mulheres a coleta. Elas detectam as larvas nas palmeiras colocando os ouvidos contra a árvore e ouvindo o som produzido pelas larvas escavando o interior da planta. O mesmo método é utilizado na República Democrática do Congo para a coleta de larvas de besouros e escaravelhos, que ocorrem em diversas espécies de palmeiras.

SUDESTE ASIÁTICO

Mais de 80 espécies de insetos são apreciadas na Tailândia, das áreas rurais às ruas da capital Bangkok. Muitos deles podem ser encontrados enlatados, como grilos cozidos, pupas de bicho-da-seda e larvas de bambu. Indonésia, Laos, Malásia, Mianmar, Filipinas e Vietnã também consomem de 150 a 200 espécies diferentes.

JAPÃO

O inseto comestível mais popular é um gafanhoto da espécie *Oxya yezoensis*. Chamado de inago, ele é cozido com molho de soja e açúcar e vendido como alimento enlatado.

MÉXICO

O chapulín (o gafanhoto *Sphenarium purpurascens*) é tão popular que inspirou até um

personagem da TV, o "Chapulín Colorado" (ou Chapolin, na tradução para o português). Os mexicanos comem chapulines com sal, limão e pimenta, acompanhando a tortilha, ou banhados no chocolate.

BRASIL

Um total de 135 espécies de insetos comestíveis é encontrado no país. Os mais consumidos são os himenópteros (ordem das formigas), com 63% do total, seguidos pelo coleópteros (besouros), com 16%, e os ortópteros (gafanhotos e grilos), com 7%.

No Norte, sobretudo na Ilha do Marajó (PA), uma tradição indígena é o consumo do "bicho do tucumã". É a larva de uma espécie de besouro (*Speciomerus ruficornis*) que se instala nas sementes do tucumã. Elas podem ser ingeridas *in natura* ou fritas, na farofa. Das larvas também se extraí o "óleo (ou banha) de bicho" que pode ser comido puro,

substituindo a manteiga no pão ou na fritura de ovos e carnes.

No Parque Nacional do Xingu, insetos são fonte de alimento para diversas etnias indígenas. São consumidas, torradas ou assadas junto com beiju, espécies de formigas, como saúva ou tanajura (do gênero *Atta*), além de cigarras, cupins e gafanhotos. No sertão de Pernambuco, é comum encontrar nos bares tira-gostos feitos com tanajura. Abril e maio, época das revoadas do inseto, é quando há maior oferta da iguaria.

A tradição do consumo das formigas tanajuras, ou içás, preserva-se também no Nordeste, na zona rural de Minas Gerais e no Vale do Paraíba, em São Paulo, compondo uma farofa.

Em Minas e partes do Norte e Nordeste, é comum o consumo de larvas do bicho-do-coco (*Pachymerus nucleorum*). Elas se desenvolvem no interior do fruto do coqueiro, babaçu e carnaúba e são preparadas fritas, como farofa, ou misturadas no arroz.

Inseto na veia

Diferentes espécies de insetos também são empregadas com fins terapêuticos na medicina popular

Além de indicados e seguros para alimentação humana, os insetos também podem ter efeitos terapêuticos. É o que afirma o biólogo Eraldo Medeiros Costa Neto, da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), na Bahia. "No Pará, por exemplo, usa-se popularmente o óleo do bicho do tucumã. A substância é extraída da larva de um besouro [*Astrocaryum vulgare*], que cresce dentro do coquinho da palmeira tucumã.

É muito utilizado para tratar dores articulares", exemplifica. Costa Neto estuda o uso de insetos na culinária e na medicina popular desde 1994, no âmbito da etnoentomologia, que busca entender como os insetos são percebidos e utilizados pelas populações humanas. Em suas pesquisas, já encontrou usos medicinais para diferentes espécies de insetos. Essa tradição está na história de sua própria família. "Quando

criança, minha mãe colocava besouro do amendoim [*Palembus dermestoides*] na sopa, como fortificante", lembra o pesquisador. Até hoje o besourinho preto tem fama de tratar diversas doenças, como bronquite, asma e reumatismo. O pesquisador avalia que ainda faltam pesquisas científicas que confirmem a sabedoria popular. Talvez a riqueza nutricional desses alimentos explique a fama. "Os insetos absorvem as propriedades nutricionais dos vegetais dos quais se alimentam. O amendoim, por exemplo, é um alimento muito rico em nutrientes, que são incorporados pelo besouro", considera.

Segundo a bióloga Patrícia Milano, da Esalq-USP, já foram encontradas evidências científicas de que os insetos podem agir como probióticos, ou seja, componentes alimentares não digeríveis que estimulam a proliferação de bactérias benéficas no intestino. "A nutricionista Valerie Stull, da Universidade de Wisconsin-Madison [EUA], viu que grilos podem aumentar o número de uma espécie de bactéria parceira da nossa microbiota, *Bifidobacterium animalis*, que inibe agentes patogênicos. Essa alteração pode estar ligada às fibras presentes nos insetos", relata a pesquisadora.

mais por causa do paladar. "Os tailandeses adoram comer insetos fritos com cerveja gelada", conta. E as iguarias podem ser caras. "No México, certas pupas de formigas do gênero *Liometopum*, também conhecidas como 'caviar asteca', custam mais de US\$ 50 [R\$ 250] a porção de 30 gramas", diz o veterinário. "Já um percevejo aquático gigante muito popular entre os tailandeses, *Lethocerus indicus*, é vendido pelo equivalente a € 0,20 [R\$ 1,10] a peça. A demanda é tão alta que a Tailândia o importa de nações vizinhas."

Grabowski coordena o projeto IFNext, em parceria com pesquisadores na Tailândia e no Camboja, cuja finalidade é desenvolver kits para a criação de grilos das espécies *Gryllus bimaculatus* e *Teleogryllus mitratus* e bichos-da-seda (*Bombyx mori*), além de novos produtos com essas matérias-primas.

Em nível mundial, os insetos inteiros ainda representam a maior parcela do mercado, sobretudo devido à maior disponibilidade e ao menor custo em comparação aos processados. No entanto, estima-se que o mercado das farinhas, barras e shakes de proteína de insetos terá maior taxa de crescimento nos próximos anos – o que se atribui à tendência das novas gerações de valorizar um estilo de vida saudável baseado em cardápios balanceados.

Para a FAO, a importância dos insetos é ainda maior. Fundamentais para a existência humana por atuarem como decompositores na cadeia alimentar, reciclando matéria orgânica, e como polinizadores, garantindo a reprodução de

plantas, eles começam a ser vistos como uma solução sustentável para a crescente demanda por alimentos no planeta.

O aumento populacional e a escassez de recursos naturais justificam essa percepção. Segundo o documento *Edible insects – Future prospects for food and feed security* (Insetos comestíveis – Perspectivas futuras para alimentos e segurança alimentar), elaborado pela FAO, o mundo terá em 2050 cerca de 9 bilhões de pessoas e para alimentá-las a produção de alimentos precisará dobrar. Estima-se que a demanda por produtos agropecuários atinja 465 milhões de toneladas em 2050, diante de 229 milhões de toneladas em 2000. O relatório aponta que "alimentar as populações futuras vai exigir o desenvolvimento de fontes alternativas de proteína, como carne cultivada em laboratório, algas, feijões, fungos e insetos".

Como opção proteica, os insetos apresentam vantagens nutricionais associadas a um menor impacto ambiental. "Eles têm teores de ferro, cálcio e proteínas acima dos valores encontrados em

Com elevados teores de proteína, ferro e cálcio, os insetos apresentam vantagens nutricionais aliadas a um menor impacto ao meio ambiente

aves, bovinos e suínos. Sua produção requer menos água, emite pouca quantidade de gases de efeito estufa e pode ser realizada em prédios, evitando o desmatamento de grandes áreas”, enumera a entomologista Patrícia Milano. A pesquisadora já incorporou insetos ao cardápio e, sempre que pode, os oferece para degustação, fritos ou banhados no chocolate, a amigos, parentes, alunos e ouvintes das palestras que têm proferido em universidades, congressos e eventos de divulgação científica.

O documento da FAO aponta, ainda, que os insetos têm alta taxa de conversão alimentar, ou seja, conseguem transformar a ração consumida em massa corporal com muito mais eficiência. Gafanhotos convertem 2 quilos (kg) de alimento em um 1 kg de massa corporal, enquanto bois fazem essa mesma conversão na proporção de 10 para um (ver infográfico ao lado).

Outra vantagem dos insetos na comparação com mamíferos e aves é o baixo risco de transmissão de zoonoses, contrariando o senso comum que os associa a doenças. De maneira geral, eles são seguros, desde que criados em condições controladas e processados corretamente. Foi o que constatou o veterinário Nils Grabowski, que fez uma análise microbiológica desses animais. O pesquisador alemão analisou 38 amostras de insetos em diferentes formas de preparação e concluiu que os secos apresentam maior número de bactérias do que os cozidos ou fritos.

Todas as amostras foram negativas para patógenos como salmonelas, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, segundo Grabowski, mas insetos secos e em pó continham alguns patógenos de origem alimentar, como bactérias e fungos. “O aquecimento e a secagem matam muitos tipos de microrganismos do inseto, mas alguns suportam esses tratamentos, especialmente bactérias de formação de esporos. Por isso a importância de um tratamento térmico eficiente para eliminar também os microrganismos que sobrevivem a ambientes quentes e secos”, aconselha o pesquisador.

Precaução extra deve ter quem for alérgico a frutos do mar. Os insetos, tal como os crustáceos – ambos integrantes do filo dos artrópodes –, têm um exoesqueleto à base de quitina, capaz de provocar reações em consumidores sensíveis. Mas quem pode comer, sem susto, camarão ou lagosta não deverá ter problemas ao ingerir gafanhotos ou lagartas – e até achar leve semelhança na textura.

DESAFIOS À POPULARIZAÇÃO

Estudioso há quase 30 anos da etnoentomologia, ramo da ciência que estuda como os insetos são percebidos e usados pelas populações humanas, o biólogo Eraldo Medeiros Costa Neto, da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs),

Insetos x animais tradicionais

Insetos têm maior taxa de conversão alimentar, precisam de menos terra para serem criados e agridem menos o ambiente em comparação a outros animais empregados na alimentação humana

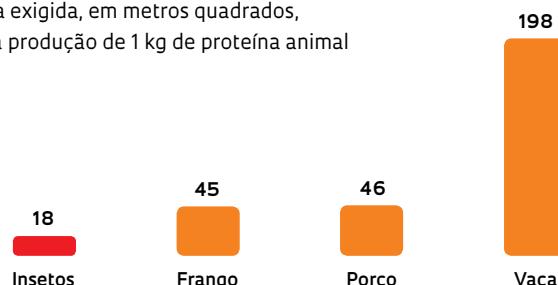
CONVERSÃO ALIMENTAR

Quantidade de alimento, em quilos, para ganho de 1 kg de massa corpórea



USO DE TERRA

Área exigida, em metros quadrados, para produção de 1 kg de proteína animal



GASTO DE ÁGUA

Volume necessário, em litros, para produzir 1 grama de proteína



AQUECIMENTO GLOBAL

Gás de efeito estufa liberado, em gramas, para que o animal ganhe 1 kg de massa



FONTES ARNOLD VAN HUIS E UNIVERSIDADE DE WAGENINGEN

observa que a tradição do consumo de insetos tem se mantido em muitas comunidades rurais do Brasil. Mas a popularização desse alimento nos grandes centros urbanos encontra forte obstáculo. Além de preconceito, há também por parte dos brasileiros aversão a comer insetos.

Para o engenheiro-agrônomo Ramon Santos de Minas, do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), a informação é a melhor maneira de promover essa alternativa alimentar. Ele é organizador dos livros *Antropoentomofagia e entomofagia: Insetos, a salvação nutricional da humanidade* (Kiron, 2016) e *Insetos na alimentação humana: Guia prático de receitas* (Kiron, 2019). Este último foi lançado em parceria com a tecnóloga de alimentos Angela Kwiatkowski durante o Insetec 2019, o 1º Congresso Brasileiro de Insetos Alimentícios e Tecnologias Associadas. O evento, organizado pela Associação Brasileira dos Criadores de Insetos (Asbraci), com apoio da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), reuniu cerca de 300 participantes, entre criadores de insetos, pesquisadores nacionais e estrangeiros e representantes de órgãos governamentais.

“Ao iniciar minhas pesquisas sobre o tema, em 2012, percebi que no Brasil havia poucas informações, apenas em periódicos e em linguagem científica. Procurei escrever algo que chegasse ao público de maneira simplificada”, conta o agrônomo do IFMS, que também tem feito palestras sobre insetos comestíveis e promovido degustações. “Por onde passo a recepção é boa”, declara Minas. Ele não espera, no entanto, mudanças de hábito em curto prazo. “Acredito que devido a questões culturais e à fartura e variedade de alimentos que temos no país ainda vai demorar para vermos brasileiros comprando insetos no mercado rotineiramente. Mas temos capacidade e clima para nos tornarmos um grande exportador”, avalia.

Essa é também a opinião do zootecnista Gilberto Schickler, produtor de insetos para alimentação

animal. Schickler foi o responsável técnico pela Nutrinsecta, uma das primeiras empresas do país a obter registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para o processamento de insetos direcionados à alimentação animal, em 2012.

Segundo Schickler, não é preciso que o Brasil desenvolva um mercado interno para ingressar nesse novo e promissor ramo do agronegócio. “Podemos destinar 100% de nossa produção para exportação. Temos condições ambientais ótimas para nos tornarmos um dos campeões mundiais na produção de insetos, assim como já somos na produção de outras proteínas de origem animal”, defende o produtor.

Para exportar, no entanto, é preciso ter preços competitivos. “Hoje, 1 quilo de inseto desidratado no país não sai por menos

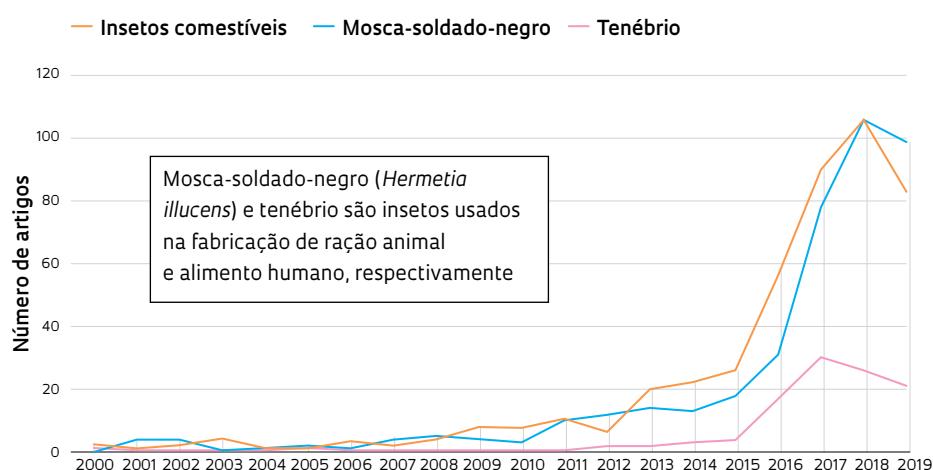
de R\$ 250. O Japão, que é um grande consumidor, paga R\$ 70 reais o quilo”, informa o gastrólogo Casé Oliveira, presidente da Asbraci. Para que os criadores nacionais de inseto consigam ter preços competitivos, afirma Oliveira, é necessário ganhar volume na produção.

Outro fator limitante nesse novo campo é a regulamentação. Basicamente, esse setor está a cargo de dois órgãos, o Ministério da Agricultura, que controla produtos de origem animal, seja para consumo humano ou animal, e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), ligada ao

Especialistas dizem que o Brasil pode se tornar um dos grandes produtores globais de insetos, com foco no mercado externo

Entomofagia em alta

Artigos indexados na base de dados Web of Science contendo os termos insetos comestíveis, mosca-soldado-negro e tenébrio





1
Salgadinhos da norte-americana Chirps e hambúrguer da alemã BugFoundation: fabricados com insetos processados



2

Ministério da Saúde, responsável por aprovar novos ingredientes para alimentação humana.

Hoje, a maioria dos produtores de insetos, sobretudo os que visam ao mercado de alimentação humana, trabalha artesanalmente e de maneira informal. O próprio Casé Oliveira tem uma marca própria, a Bugs Cook, para produzir chocolates artesanais com grilo, tenébrio e formiga em edições limitadas. Mas, se ele quisesse fabricar seus chocolates em escala industrial, precisaria comprar a matéria-prima de um produtor com registro no SIF e solicitar uma autorização da Anvisa para a produção do alimento. O Ministério da Agricultura até permite que se crie o animal, abata e produza o alimento no mesmo local, desde que em estruturas independentes e com garantia de preservação da condição sanitária.

Anvisa ainda não tem uma orientação específica para esses produtos. A única referência da agência sobre o assunto é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 14, de 2014, que trata dos limites toleráveis para a presença de fragmentos de insetos em alimentos, resultante de falhas no processo produtivo.

Por meio de sua assessoria de imprensa, a Anvisa esclarece que empresas interessadas em comercializar no país produtos alimentícios feitos com insetos deverão submetê-lo a um processo de análise. “Esse produto alimentício seria classificado como um novo alimento. Isso em tese, pois não temos na Anvisa nenhum pedido do tipo para análise de alimentos que tenham insetos em sua composição”, informa a agência.

“Acredito que, à medida que o produto for se popularizando e os preços caindo, as empresas começarão a entrar no processo industrial”, declara Oliveira, da Asbraci. Ele conta que a enti-

dade criou um grupo de trabalho com membros do Mapa e da Anvisa a fim de incentivar a profissionalização do setor.

Para o veterinário Ricardo Moreira Calil, auditor fiscal federal agropecuário do Mapa, a regulamentação representa segurança para o consumidor e maior oportunidade de negócios para o produtor. “Precisamos regulamentar para termos mais interessados em produzir e o preço baixar. No Insetec 2019, encontrei produtores de Portugal que vão exportar para a comunidade europeia. Um país do tamanho do Brasil não pode ficar fora desse mercado”, declara.

Calil concorda com a FAO que a produção de novas opções de alimento é uma garantia para o futuro da espécie humana. “A ciência mostra com clareza que ao longo da evolução fomos comendo o que era possível. A conquista do homem no planeta sustentou-se nessa diversidade alimentar”, afirma o veterinário do Mapa. “Qualquer alternativa alimentar que possa contribuir para aumentar a diversidade nutricional é altamente favorável. E os insetos são uma boa opção.” ■

Projetos

1. Pesquisa e desenvolvimento de sistema otimizado e semiautomatizado da biofábrica Hakkuna para produção massal de grilos *Cryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae) (nº 19/00735-7); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Marcelo Romano Teixeira (Hakkuna); **Investimento** R\$ 95.004,97.
2. Insetos para alimentação animal e humana: Adaptações e pesquisas para futura criação massal no Brasil (nº 16/00152-3); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisadora responsável** Patrícia Milano; **Investimento** R\$ 102.225,56.

Artigos científicos

1. VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review. *Journal of Insects as Food and Feed*. 27 ago. 2019.
2. GRABOWSKI, N. T. et al. Microbiology of processed edible insect products—Results of a preliminary survey. *International Journal of Food Microbiology*. 21 fev. 2017.
3. SCHARDONG, I. S. et al. Percepção de consumidores brasileiros aos insetos comestíveis. *Ciência Rural*. v. 49 nº 10. 23 set. 2019.

ENERGIA RENOVÁVEL 

Pesquisadores estudam como
explorar o potencial eólico existente
ao largo da costa brasileira

Domingos Zaparolli

A FORÇA DOS VENTOS MARINHOS





O Brasil tem um litoral de 7.367 quilômetros (km) de extensão e uma área marítima de 3,5 milhões de quilômetros quadrados (km²).

Essa imensa região ainda não entrou no horizonte dos investidores em geração de energia renovável no país. Mas centros de pesquisas brasileiros estão atentos ao potencial energético de ondas, marés e gradiente térmico marítimo – a diferença de temperatura da água da superfície e do fundo do oceano –, assim como à possibilidade de explorar a energia proveniente dos ventos que sopram sobre o mar. “Estamos gerando conhecimento e dominando as tecnologias. Como já ocorre em vários países, no futuro o Brasil também vai buscar energia em áreas *offshore* [ao largo da costa]”, diz o engenheiro naval Alexandre Nicolaos Simos, do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

Simos coordena um grupo de pesquisas voltado ao desenvolvimento de turbinas eólicas flutuantes *offshore*. Ele explica que as turbinas *offshore* predominantes no mundo são fixas. Elas têm como fundação pilares fincados no leito e localizam-se predominantemente em águas rasas, junto

à costa. Esse sistema exige que sejam realizadas obras de construção civil no mar e demanda embarcações de grande porte capazes de fincar estacas e suspender as torres, de até 100 metros (m) de altura, que dão suporte às turbinas eólicas, também chamadas de aerogeradores. Os custos da operação dependem do tipo de solo marinho.

Já a instalação das turbinas flutuantes é mais simples. Elas são montadas em estaleiros e reboçadas até a área de operação. Isso também permite que sejam levadas de volta ao estaleiro em caso de uma grande avaria. “A logística é a mesma da empregada nas plataformas de petróleo *offshore*”, compara Simos.

As turbinas flutuantes, no entanto, demandam plataformas, cascos sobre os quais serão instaladas. Trata-se, na maioria dos casos, de um sistema similar ao das plataformas de petróleo semissubmersíveis, como as da Petrobras na bacia de Campos, na costa fluminense, ou as plataformas *spar*, os cilindros verticais comuns na indústria petrolífera do golfo do México. Os cascos são ancorados com linhas de amarração, normalmente correntes de aço especial com uma âncora fincada no fundo do mar.

“São estruturas caras que, atualmente, têm custos superiores aos das turbinas *offshore* fixas”, pondera Simos. Por essa razão, hoje elas são uma opção para águas acima de 50 m de profundidade e mais distantes da costa. Quanto maior a distância, porém, maior a extensão de cabos de transmissão de energia até as subestações de energia em terra, o que também representa custo.

O propósito da Poli é desenvolver projetos de plataformas e sistemas de ancoragem mais econômicos, com a otimização da geometria dos cascos e o uso de materiais mais leves para a ancoragem. Outra meta é criar novos conceitos de plataformas e amarração, que permitam o casco se movimentar conforme as condições climáticas e as ondas sem prejudicar significativamente o desempenho das turbinas. “Essa é a fronteira do desenvolvimento tecnológico em geração eólica *offshore* no mundo. É importante o Brasil ganhar know-how nesse tipo de tecnologia”, diz Simos.

Ainda são poucos os parques comerciais de turbinas eólicas flutuantes. O primeiro piloto de maior capacidade, o Hywind Scotland, foi inaugurado em 2017 na Escócia pela Statoil (hoje Equinor), com capacidade de 30 megawatts (MW). Em 2020, a EDP Renováveis, Engie e Repsol instalaram o WindFloat Atlantic, em Portugal, com capacidade inicial de 25 MW. Simos aposta em uma evolução significativa na geração eólica flutuante nas próximas décadas. Uma motivação é a força e a constância nos ventos *offshore*; outra é reflexo de uma questão social. “Grandes parques eólicos podem impactar a paisagem, a pesca ou gerar ruído, trazendo prejuízos às comunidades vizinhas”, ressalta o professor da Poli.

Outro incentivo deve vir das companhias que exploram petróleo *offshore*. As turbinas eólicas

flutuantes podem ser uma alternativa para reduzir as emissões de poluentes e aumentar o abastecimento de eletricidade das plataformas em alto-mar. Já há projetos de pesquisa desenvolvidos no exterior que buscam avaliar a viabilidade técnica e econômica desse tipo de aplicação.

O relatório 2018 do Global Wind Energy Council estima em 23,1 gigawatts (GW) a potência eólica *offshore* instalada, sendo que 90% estão no Reino Unido, na Alemanha e na China. A Agência Internacional de Energias Renováveis (Irena) informa que apenas em 2018 entraram em operação 4,5 GW e destaca que os projetos estão cada vez mais distantes da costa, chegando a até 90 km.

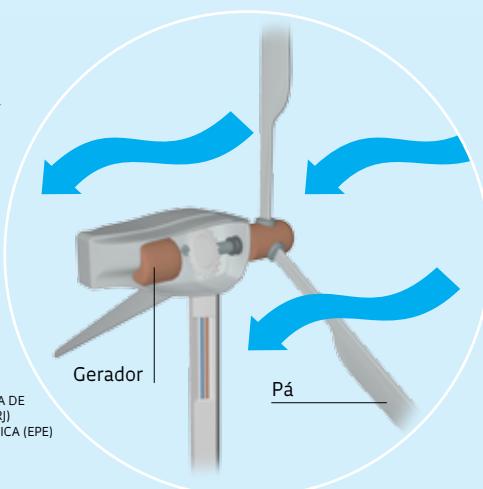
Uma tendência é o aumento da capacidade das turbinas *offshore*. Até o ano 2000, elas tinham 1,6 MW de potência, em média. Os equipamentos instalados em 2018 apresentaram potência de 5,5 MW, e os encomendados naquele ano chegavam a 8,8 MW. Alguns dos principais fabricantes de turbinas, como a espanhola Siemens Gamesa, a dinamarquesa Vestas e a norte-americana GE, já trabalham no desenvolvimento de turbinas com capacidade de 10 MW e 12 MW para serem lançadas até 2022.

Não há diferença tecnológica entre os aerogeradores *offshore* e *onshore* (em terra), a não ser a potência. Apenas recentemente foram lançadas as primeiras turbinas *onshore* na casa de 5 MW (ver Pesquisa FAPESP nº 275). No mar, as turbinas podem ser mais potentes porque não causam impacto sonoro ou na paisagem, como ocorre com os equipamentos instalados em terra. Além disso, os ventos são mais regulares, por se deslocarem livremente, sem obstáculos como morros, montanhas ou infraestruturas construídas.

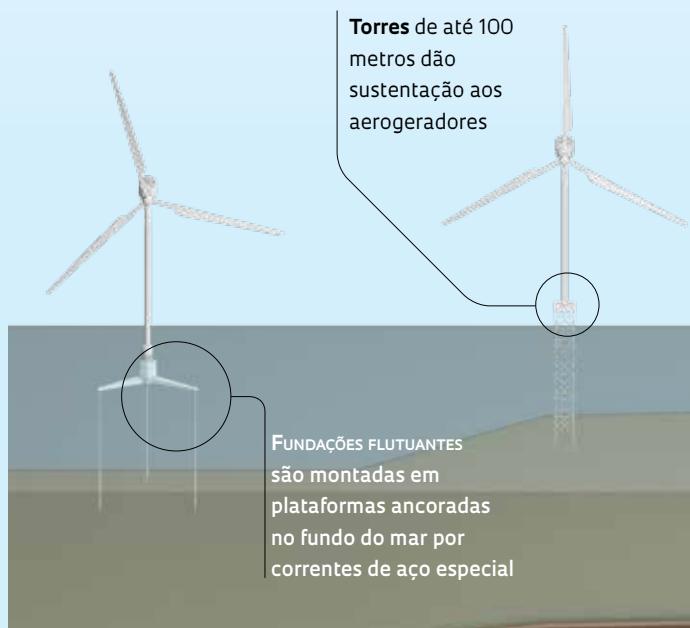
A GERAÇÃO EÓLICA OFFSHORE

Saiba como a energia é produzida a partir dos ventos oceânicos e enviada à rede de distribuição

A energia cinética do vento é convertida em energia mecânica pelas **pás das turbinas eólicas**, que é transformada em energia elétrica pelo gerador

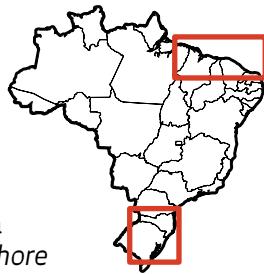


FONTE: AMANDA JORGE VINHOZA DE CARVALHO SILVA (PPE-COPPE-UFRJ) E EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE)



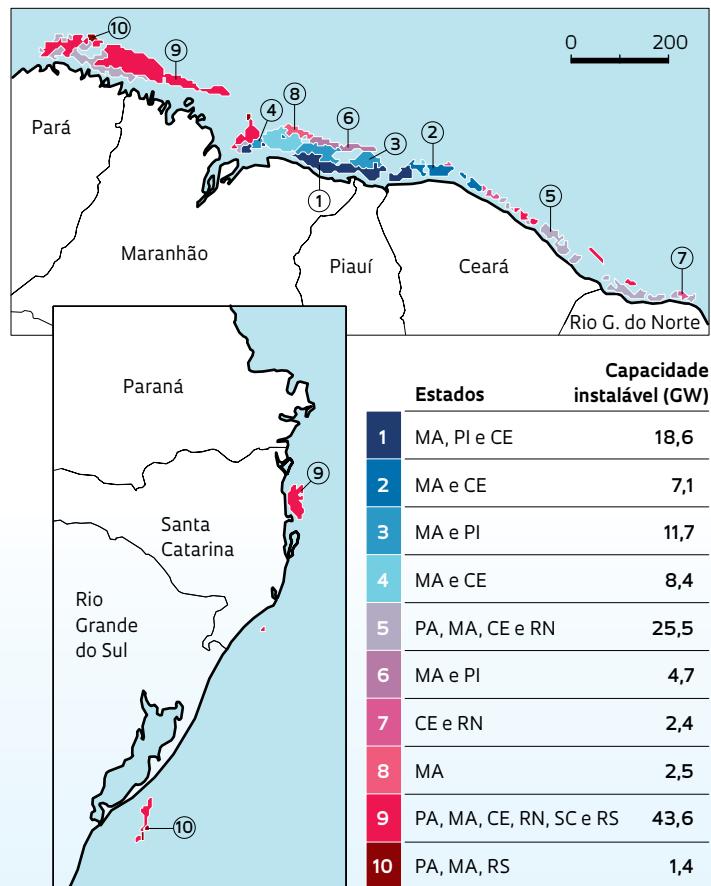
Torres de até 100 metros dão sustentação aos aerogeradores

FUNDÇÕES FLUTUANTES são montadas em plataformas ancoradas no fundo do mar por correntes de aço especial



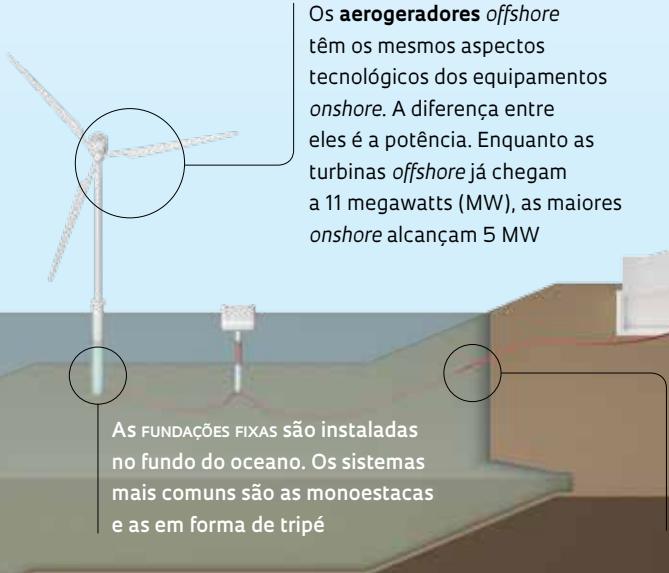
POTENCIAL DA COSTA BRASILEIRA

As 10 melhores regiões do país para a instalação de parques eólicos offshore



FONTE "POTENCIAL EÓLICO OFFSHORE NO BRASIL: LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS NOBRES ATRAVÉS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO", DE AMANDA JORGE VINHOZA DE CARVALHO SILVA (PPE-COPPE-UFRJ)

INFOGRÁFICOS ALEXANDRE AFFONSO



Os aerogeradores offshore têm os mesmos aspectos tecnológicos dos equipamentos onshore. A diferença entre eles é a potência. Enquanto as turbinas offshore já chegam a 11 megawatts (MW), as maiores onshore alcançam 5 MW

As fundações fixas são instaladas no fundo do oceano. Os sistemas mais comuns são as monoestacas e as em forma de tripé

Custo médio nivelado de energia eólica

No mundo em 2018, em US\$/MWh

FONTE AMANDA JORGE VINHOZA DE CARVALHO SILVA COM DADOS DA IRENA

Offshore

130

Onshore

60



CABOS SUBMARINOS fazem a transmissão da energia gerada para uma subestação de energia em terra

USINAS DE ONDAS E MARÉS

Estrutura para gerar energia a partir das ondulações do mar será testada no litoral fluminense

O desenvolvimento de um sistema de conversão de ondas do mar em eletricidade é uma prioridade do Grupo de Energias Renováveis do Oceano do Laboratório de Tecnologia Submarina da Coppe-UFRJ. Em 2010, uma equipe de pesquisadores coordenada por Segen Estefen instalou no Porto do Pecém (CE) a primeira usina de ondas das Américas. O projeto, patenteado pela Coppe, utilizava uma estrutura apoiada em terra que se prolongava sobre o quebra-mar e uma câmara hiperbárica para gerar pressão e movimentar a turbina geradora (ver Pesquisa FAPESP nº 113).

A usina-piloto manteve-se ativa por quatro anos. "Provamos a viabilidade técnica, mas não a econômica", relata Estefen. Agora uma nova tecnologia, mais econômica, está sendo preparada para testes nas imediações da Ilha Rasa, a cerca de 10 quilômetros mar adentro da praia de Copacabana, no Rio de Janeiro.

O novo conversor de ondas será constituído de uma boia oscilante de formato cilíndrico e extremidade cônica de 4,5 metros (m) de diâmetro com movimentos verticais acoplada a um sistema de controle de travamento. O movimento da boia alimenta o gerador elétrico. A estrutura é apoiada com quatro colunas em uma base de concreto, a uma profundidade de 20 m. O protótipo terá potência instalada de 80 quilowatts (kW).

Outras duas tecnologias estão no horizonte dos pesquisadores da Coppe. Uma delas prevê o aproveitamento das marés. O sistema demanda a construção de uma barragem com comportas e turbinas hidráulicas. O reservatório enche na maré alta e esvazia na maré baixa. A passagem da água movimenta as turbinas. O estuário do rio Bacanga, no Maranhão, onde já existe uma barragem, é um local adequado para a instalação de uma usina maremotriz

piloto. Outra região promissora, segundo o governo maranhense, é a baía de Turiacu, com potencial para uma usina de 3,4 gigawatts (GW).

A outra linha de pesquisa é o aproveitamento da diferença de temperatura das águas do oceano, quando a variação da temperatura na superfície e no fundo do mar supera 20 °C. Como explica Estefen, existem diferentes técnicas em estudo no mundo para o aproveitamento do gradiente térmico. O sistema de conversão de energia térmica oceânica (conhecido como Otec) prevê o bombeamento de água do fundo para um trocador de calor junto à superfície com o objetivo de gerar vapor para movimentar as turbinas. "A energia elétrica oceânica está em fase experimental em todo mundo, mas acredita-se que ela será representativa na matriz energética nas próximas décadas", diz Estefen.

Para o professor do programa de Planejamento Energético da Coppe, Roberto Schaeffer, orientador de Vinhoza, o mapeamento feito por sua aluna é importante para orientar investimentos, mas ele não vê viabilidade para projetos no país no curto prazo. "No cenário para a matriz elétrica 2050 da Coppe não detectamos oportunidade econômica para a geração offshore no Brasil", diz.

Schaeffer destaca que nosso país tem uma matriz elétrica com mais de 80% de fontes renováveis. Portanto, não sofre a mesma pressão por substituição de fontes fósseis, como ocorre na Europa e na China atualmente. O Brasil também tem um grande potencial eólico onshore, na casa de 500 GW, dos quais apenas 15 GW são explorados atualmente. "Os investimentos offshore só ocorrem quando se esgotam as oportunidades em terra ou existe uma grande rejeição social em relação à instalação de turbinas próximas a comunidades. Nenhuma dessas situações está presente hoje no Brasil", destaca.

Uma análise puramente econômica demonstra a baixa competitividade da geração eólica offshore hoje. Levantamento de Amanda Vinhoza com base em dados de 2018 da Irena indica que o custo nivelado de energia, num cálculo que leva em consideração o ciclo de vida da usina geradora, é de US\$ 130 por MWh em média no mundo na

geração eólica offshore, enquanto o custo médio da geração em terra é de US\$ 60 por MWh.

No Brasil, outro obstáculo é a falta de regulamentação de complexos offshore. Em 2018 o Senado Federal aprovou o Projeto de Lei nº 484/2017, que prevê um sistema de concessões de áreas marítimas para a geração de energia a partir de fontes eólicas e solares. O projeto agora tramita na Câmara dos Deputados. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) também não conta com um termo de referência modelo para o licenciamento ambiental de usinas offshore. A elaboração do documento, que orientará os estudos de impacto ambiental, teve início em janeiro deste ano. ■

Projetos

1. Modelagem e simulação numéricas aplicadas à energia eólica –Parte da proposta HPCWE submetida à chamada H2020-FETHPC-2018-2020 (nº 19/01507-8); **Modalidade Auxílio à Pesquisa** –Regular; **Convênio** União Europeia (Horizonte 2020); **Pesquisador responsável** Bruno Souza Carmo; **Investimento** R\$ 146.870,00.

2. Análise transitória de faltas internas e proteção de geradores eólicos (nº 17/09554-0); **Modalidade Auxílio à Pesquisa** –Regular; **Pesquisador responsável** Renato Machado Monaro; **Investimento** R\$ 136.266,21.

3. Modelo estrutural para estudo da dinâmica de pás de turbinas eólicas (nº 15/11655-3); **Modalidade Auxílio à Pesquisa** –Regular; **Pesquisador responsável** Alfredo Gay Neto; **Investimento** R\$ 42.764,65.

A PROMESSA DOS BIOPLÁSTICOS

Apesar do número crescente de opções, alternativas aos polímeros tradicionais de origem fóssil ainda precisam ganhar escala

Frances Jones

Em meio à preocupação com as consequências da poluição por plásticos, uma indústria ganha holofotes: a dos biopolímeros. Ser biodegradável e fabricado a partir de fontes renováveis, como milho ou cana-de-açúcar, são as principais características do produto. Com propriedades e aplicações muitas vezes similares ou idênticas às dos plásticos convencionais derivados de petróleo, gás ou carvão, eles surgem como alternativa de matéria-prima para a produção de itens plásticos na medida em que consumidores optam por mercadorias mais sustentáveis e governos aprovam leis banindo a comercialização de itens descartáveis de uso único fabricados com polímeros de origem fóssil, como copos, talheres, garrafas e embalagens. Esses plásticos agredem o ambiente porque levam até centenas de anos para se decompor.

Os biopolímeros, também chamados de bioplásticos, representam menos de 1% dos 359 milhões de toneladas de plásticos fabricados anualmente no mundo, segundo a associação European Bioplastics, que representa os interesses da indústria. A produção, no entanto, cresce ano a ano (*ver gráfico na página 76*). Entre 2018 e 2019, a expansão da capacidade instalada foi de 5%, chegando a 2,1 milhões de toneladas. A expectativa da associação

Talheres feitos do biopolímero PLA

europeia é de que esse número continue evoluindo e chegue a 2,4 milhões de toneladas em 2024.

No Brasil, onde foram comercializados 6,6 milhões de toneladas de plásticos em 2018, não há estatísticas relacionadas à produção ou à venda de bioplásticos. O país, no entanto, é um dos grandes produtores de polímeros de origem renovável do planeta, utilizando cana-de-açúcar e etanol. A Braskem conta com capacidade instalada para produzir 200 mil toneladas do polietileno verde I'm green, o que representa cerca de 10% de fabricação global de bioplástico.

Os números globais são positivos e os desafios para o setor enormes. Especialistas ouvidos pela reportagem afirmam que já há tecnologia madura para a fabricação de produtos a partir de biopolímeros, mas o custo mais elevado da matéria-prima, que pode chegar ao triplo da do plástico convencional, é um obstáculo a ser vencido.

"Esse custo já foi maior", diz a química industrial Karina Daruich, diretora-executiva da Associação Brasileira de Biopolímeros Compostáveis e Compostagem (Abicom). Segundo Daruich, a expectativa do setor é de que o aumento da produção leve a ganho de escala, reduzindo o preço dos biopolímeros biodegradáveis e compostáveis.

Além do atual preço elevado, outros desafios precisam ser superados pelos fabricantes de bioplásticos, como a necessidade de mudanças em um parque industrial já instalado voltado à produção de polímeros convencionais, a conquista do consumidor para aceitar novos produtos, a falta de políticas públicas que estimulem a fabricação de produtos mais sustentáveis e questões de cunho regulatório, entre elas as relacionadas à certificação e destinação final dos bioplásticos.

Há no mercado pelo menos 10 grupos de diferentes tipos de bioplástico, sendo os mais comuns o ácido polilático (PLA), o polibutileno adipato co-tereftalato (PBAT), o politereftalato de etileno (PET), o polietileno (PE) e o polisuccinato de butileno (PBS). "Eles são uma família ampla de materiais diferentes, com diversas propriedades e aplicações", informa a química Vânia Zuin, do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e professora visitante do Centro de Excelência em Química Verde da Universidade de York, no Reino Unido, e da Universidade Leuphana, na Alemanha.

CLASSIFICAÇÃO DOS BIOPLÁSTICOS

O conceito adotado pela European Bioplastics para a classificação dos bioplásticos, seguido por boa parte dos países, abrange duas vertentes: uma com relação à origem do material e outra associada à sua degradação. Um material é considerado bioplástico se for parcial ou totalmente de fonte renovável, ou seja, derivado de biomassa, como milho, cana-de-açúcar, celulose etc. Nesse caso, ele não precisa ser necessariamente biodegradável para ser considerado um biopolímero.

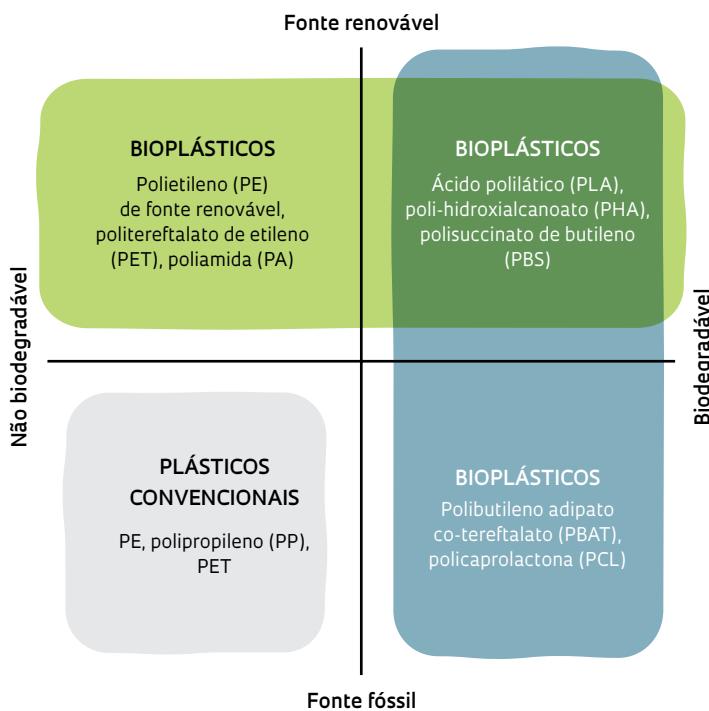
A organização europeia não define um percentual mínimo de matéria-prima de fonte renovável na composição do polímero para que ele seja classificado como bioplástico, o que pode causar certa confusão se a informação não estiver clara. "Quando usada de forma leviana, a conceituação [da European Bioplastics] pode levar o consumidor a adquirir um produto etiquetado como bioplástico sem que ele possa verificar o teor efetivo de material de origem biológica presente nele", ressalta Zuin. "Ou seja, pode ocorrer o famoso *greenwashing* – ou maquiagem verde."

Opinião semelhante tem a consultora Karina Daruich. "O componente renovável do polímero deve ser especificado em quantidade ou porcentagem em relação a todo o produto ou sua massa", opina. "Não é a quantidade mínima que importa, mas a comunicação [com o consumidor]. Se o polímero tiver 5% ou 10% de fonte renovável, ele já promove resgate de CO₂ da natureza. É melhor do que o plástico com 100% de fonte fóssil."

O polietileno verde I'm green, da Braskem, é um exemplo de biopolímero feito com material renovável, mas que não é biodegradável.

BIOPLÁSTICO OU PLÁSTICO CONVENCIONAL?

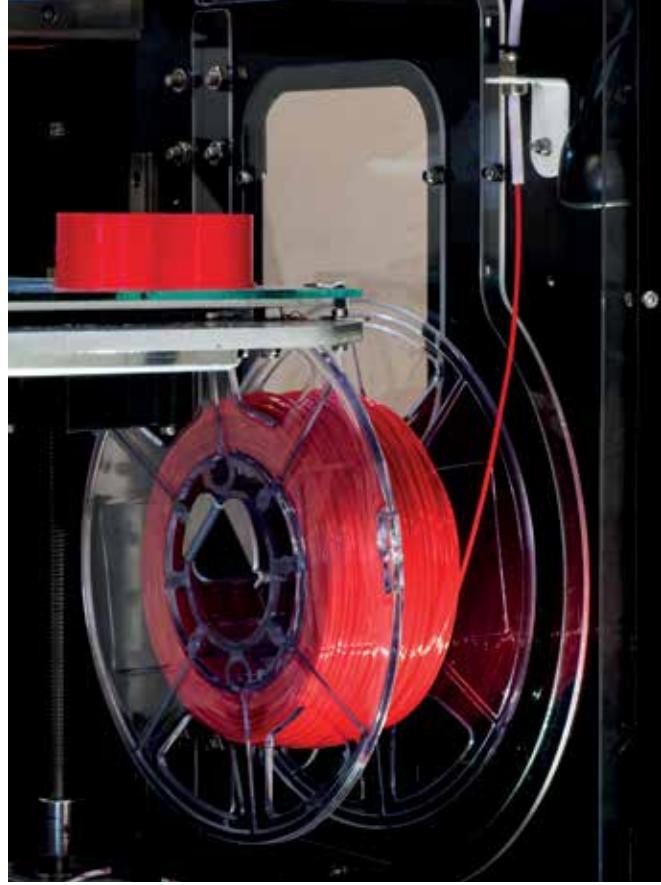
O que diferencia um do outro é a origem da matéria-prima e se é ou não biodegradável



FONTE: EUROPEAN BIOPLASTICS



Pellets do plástico biodegradável PHB (à esq.) e filamento de impressora 3D fabricado com o biopolímero PLA



DESTINO DO MATERIAL

Capacidade global de produção de bioplástico por segmento de mercado em 2019 (em mil toneladas)



FONTE: EUROPEAN BIOPLASTICS

A empresa tem como clientes mais de 150 marcas que usam o produto em embalagens, calçados, mobiliário e tampas plásticas. A vantagem ambiental está na redução da quantidade de emissões de gases de efeito estufa na produção do plástico verde, que é reciclável.

Para ser considerado biodegradável, explica Vânia Zuin, um plástico tem de ser apto a passar por um processo de transformação química em que microrganismos do ambiente o convertem em produtos atóxicos, como água e dióxido de carbono. Em termos de estrutura química, a resina da Braskem é igual à do plástico convencional e pode demorar séculos para se decompor. Em geral, ele se fragmenta em partículas menores, podendo gerar os chamados microplásticos, que poluem rios e oceanos (ver Pesquisa FAPESP nº 281).

Também são chamados de bioplásticos aqueles que são biodegradáveis, sejam eles feitos a partir de fontes renováveis ou não. Dessa forma, um material pode ser 100% de origem fóssil, mas, se for biodegradável, é classificado como biopolímero. Um exemplo é o plástico biodegradável ecoflex da Basf, cuja matéria-prima é o PBAT. Em 2019, segundo a European Bioplastics, 55,5% da capacidade global de produção de bioplásticos era de biodegradáveis, enquanto 44,5% eram de fonte renovável (*bio-based*), mas não biodegradável.

Karina Daruich chama a atenção para um aspecto importante: mesmo se o material for comprovadamente biodegradável, a destinação correta após

o uso é essencial. “Se o bioplástico for destinado a aterro sanitário, por exemplo, não há como garantir o tempo adequado de degradação, de até 180 dias”, afirma. A destinação adequada dos plásticos biodegradáveis, explica Daruich, são as usinas de compostagem, ainda em número limitado no país.

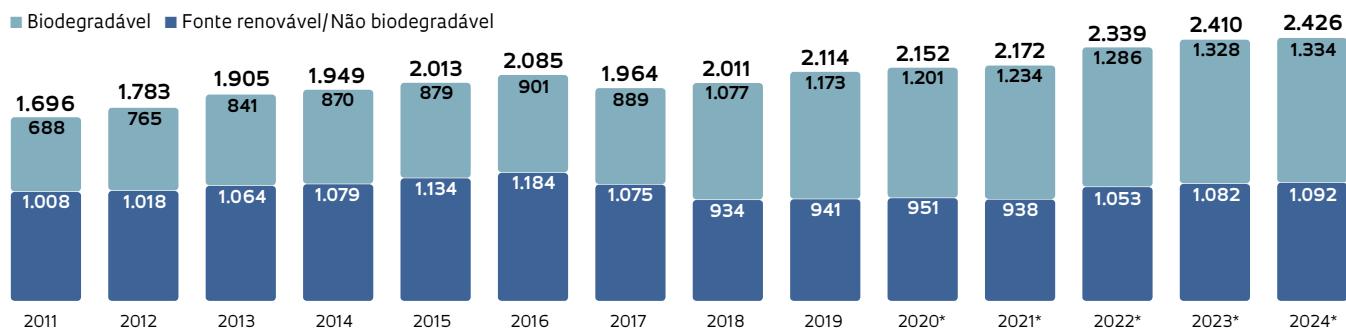
A especialista salienta que no Brasil faltam empresas certificadoras que garantam que determinado produto plástico seja mesmo biodegradável. “Não importa se é de fonte fóssil ou renovável; ele tem que ser certificado de acordo com as normas já existentes”, defende a consultora.

Há também os materiais que são 100% de origem renovável e, ao mesmo tempo, biodegradáveis. O PLA, destaque do mercado, está nesse grupo e pode ser feito, por exemplo, de amido de milho e cana-de-açúcar. É usado na fabricação de sacolas, talheres, pratos e filamentos de impressoras 3D. “Nos últimos tempos, aumentou muito a demanda desse material no mundo e chegou até a faltar no mercado”, conta Karina Daruich. “O PLA é o biopolímero mais conhecido porque tem rigidez e a característica de poder ser misturado a outros plásticos, formando compostos.” Essa mistura, no entanto, precisa ser feita necessariamente com outros plásticos biodegradáveis para que o composto resultante retenha essa característica.

Importado dos Estados Unidos, o PLA representa 60% da matéria-prima das cerca de 6

PRODUÇÃO CRESCENTE

Capacidade instalada da indústria de bioplástico no mundo, por tipo, entre 2011 e 2024 (em mil toneladas)



*PREVISÃO FONTE EUROPEAN BIOPLASTICS

toneladas de filamentos para impressora 3D vendidas por mês pela empresa 3DProcer, de Mauá, na Grande São Paulo, calcula o engenheiro mecatrônico Felipe Buzinskas, CEO da companhia. “Nosso negócio ainda é pequeno, mas em porcentagem cresce muito”, comenta. De acordo com ele, os clientes se dispõem a pagar até o dobro do preço pelo filamento feito com o biopolímero, na comparação com o fabricado de plástico tradicional, menos pelo apelo ecológico do que pela facilidade de impressão com o produto. “No Brasil, há muitas máquinas de impressão 3D mais simples, vindas da China, e elas funcionam melhor com o PLA do que com o plástico convencional.” Isso porque o plástico derivado do petróleo perde calor muito rapidamente, degradando os filamentos usados nas impressoras 3D chinesas.

Outro bioplástico produzido exclusivamente de fonte renovável e biodegradável é o poli-hidroxibutirato (PHB), vendido sob a marca Biocycle. Feito a partir de um processo em que o açúcar da cana é metabolizado por bactérias e transformado na resina plástica, o Biocycle se assemelha a alguns polímeros tradicionais, como o polipropileno. Ele foi criado por pesquisadores paulistas, em estudos iniciados na década de 1990 (ver Pesquisa FAPESP nº 142), e sua patente pertence à PHB Industrial, empresa de Serrana (SP), que o produz em pequena escala e sob demanda.

“Trata-se de um produto de nicho, de valor superior ao dos polímeros convencionais. Infelizmente, o mercado não tem absorvido essa diferença de preço”, diz Eduardo Brondi, gerente administrativo da PHB Industrial. Segundo ele, o projeto de produzir o PHB em escala industrial está hibernando. “Eventualmente produzimos um lote para um cliente específico. Estamos trabalhando em outras linhas de biotecnologia.”

Iniciativas como a recente decisão da prefeitura de São Paulo de banir da cidade o comércio

de plásticos de uso único descartáveis em restaurantes, lanchonetes, padarias e hotéis, a partir de 1º de janeiro do ano que vem, podem estimular a produção de plásticos de materiais biodegradáveis, compostáveis ou reutilizáveis, que não agride o meio ambiente. Outros locais adotam medidas semelhantes. Além da União Europeia, que proibiu os descartáveis a partir de 2021, a China já anunciou medidas para reduzir drasticamente o uso de sacos plásticos nos próximos anos.

Especialistas, no entanto, apontam que não existe uma solução única para lidar com os problemas decorrentes da utilização de plásticos pela sociedade. “Verificar a necessidade real do uso de um material e seu destino final é fundamental. A questão é que o estabelecimento de políticas públicas, apesar de centrais, se ocorrem sem o apoio concreto para que haja a gestão correta de materiais, pode dar origem ao que vemos hoje em São Paulo. Algumas recicadoras de plástico da cidade podem ficar inoperantes por serem economicamente inviáveis”, afirma Vânia Zuin.

Daruch acrescenta: “Deve-se considerar uma análise completa do ciclo de vida do produto que permita avaliar os impactos não apenas no meio ambiente, mas também econômicos e sociais, ao longo de sua existência, seja ele um plástico de uso único ou não”, diz. “A responsabilidade pelo descarte adequado deve ser compartilhada entre indústria, governo e consumidores.” ■

Artigos científicos

KÜMMERER, K. et al. Rethinking chemistry for a circular economy. *Science*. v. 367, n. 6476, p. 369-70. 24 jan. 2020.

OLIVEIRA-FILHO, E. R. Investigating nutrient limitation role on improvement of growth and poly(3-hydroxybutyrate) accumulation by *burkholderia sacchari* lmg 19450 from xylose as the sole carbon source. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. v. 7, artigo 416. 8 jan. 2020.

PARCERIAS PARA INOVAR

Revista acompanha avanços e descobertas no campo dos bioplásticos

Embara ainda sejam poucos os casos de biopolímeros fabricados no Brasil em escala industrial – com destaque para o plástico verde da Braskem (ver edições nº 142, 177, 197) –, a pesquisa e o desenvolvimento desses novos materiais têm produzido resultados positivos que podem, no futuro, levar a um ganho de escala e à oferta de alternativas aos polímeros convencionais.

No ano passado, a indústria QGP Tanquímica, de Laranjal Paulista (SP), e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Instrumentação, sediada em São Carlos (SP), lançaram uma nanoemulsão, uma fina película feita de cera de carnaúba, capaz de aumentar o tempo de prateleira de frutas, como laranja e mamão, quando recobertas por ele. “Esse tipo de filme comestível vem de um projeto de inovação aberto que também envolveu a UFSCar”, informa José Manoel Marconcini, chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa



Instrumentação. “A indústria já está oferecendo a nanoemulsão para o recobrimento de frutas.”

Pesquisa FAPESP acompanhou ao longo dos anos o desenvolvimento desse e de outros bioplásticos. Em 2016, reportagem mostrava o escopo das pesquisas com filmes comestíveis feitas na Embrapa e em outras instituições (ver edição nº 242). O texto também apontava a possibilidade de uso de bioplásticos comestíveis, produzidos a partir de alimentos frescos ou resíduos da fabricação de sucos e de outros processos industriais.

A pesquisa que resultou no plástico biodegradável Biocycle foi tema de reportagem em 2012 (ver especial FAPESP 50 Anos). Naquela época, havia a expectativa de a empresa PHB Industrial colocar em operação uma fábrica para produzir em escala comercial o poli-hidroxibutirato (PHB). O produto é fruto de projetos financiados pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), do governo federal, e pela FAPESP, entre eles o Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe).

Embora a empresa tenha mudado seus planos, a equipe de cientistas responsável pela pesquisa que originou esse produto permanece ativa e estuda como aumentar as possibilidades de aplicação dos biopolímeros da família dos poli-hidroxialcanoatos (PHA), que surgem como consequência do metabolismo natural de várias espécies de bactérias.

“Estamos desenvolvendo no momento um plástico similar, que é biodegradável e biocompatível, ou seja, que não sofre rejeição do organismo humano”, diz a bioquímica Luiziana Ferreira da Silva, professora no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (USP) e integrante do comitê científico do Simpósio Internacional sobre Biopolímeros (ISBP). “Pensamos em utilizá-lo para fazer nanopartículas com drogas

Três reportagens publicadas sobre novos tipos de bioplásticos



anticâncer, que devem ser testadas em breve na Alemanha.”

Outro bioplástico biocompatível foi apresentado aos leitores de *Pesquisa FAPESP* em 2012, numa reportagem sobre o polímero feito a partir do açaí por pesquisadores do Instituto de Biofabricação (Biofabris), então um dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), sediado na Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) (ver edição nº 196). Os cientistas previam que o material, com características semelhantes ao poliuretano de fonte fóssil, poderia ser uma alternativa para a criação de próteses ou implantes ósseos.

Reportagem de 2011 também mostrou uma pesquisa da UFSCar que criou um plástico biodegradável rígido fabricado a partir de amido de milho e de resíduos vegetais, como casca de mandioca, fibra de coco e serragem de madeira, para a produção de tubetes para mudas de reflorestamento. O desenvolvimento surgiu a partir de uma necessidade das empresas Corn Products Brasil e Basf de ampliar as aplicações de outro plástico biodegradável que já estava no mercado (ver edição nº 179). ■

F.J.



Violência transnacional

Emergência de grupos armados que atuam na ilegalidade constitui desafio comum à maioria dos países latino-americanos

Christina Queiroz

Pesquisa desenvolvida em 20 cidades de diferentes países latino-americanos constatou a emergência, nos últimos 15 anos, de um novo agente que se tornou central para desestabilizar a segurança da região: grupos armados que desempenham atividades ilegais, como narcotráfico ou contrabando. “Até a década de 1990, prevaleciam os conflitos entre os Estados. Hoje esses atores não estatais representam os principais geradores de violência na região, em uma situação que alguns pesquisadores denominam como ‘nova guerra’”, afirma o cientista político Rafael Antônio Duarte Villa, do Departamento de Ciência Política da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP) e coordenador da investigação.

Villa menciona estudo de 2017 do Banco Mundial, que indica que a região da América Latina e Caribe é, atualmente, a mais violenta do mundo, com 24,7 homicídios por 100 mil habitantes. “Em várias nações latino-americanas, a violência social aumentou para níveis de guerra. Das 50 principais cidades mais violentas do mundo, 42 se localizam na área”, informa. Villa destaca que em meados dos anos 1980 a emergência da economia do narcotráfico e a formação de cartéis de drogas ocorreram inicialmente em cidades da Colômbia e do México. “Porém, nas décadas seguintes, essa modalidade de comércio de drogas se generalizou”, diz.

Responsáveis por movimentar uma parcela significativa da economia ilegal, esses atores envolvem contrabandistas e narcotraficantes, entre eles os cartéis mexicanos; grupos paramilitares na Nicarágua e Venezuela; as Bacrim, ou gangues criminosas, na Colômbia; e facções como o Comando Vermelho (CV) e o Primeiro Comando da Capital (PCC), no Brasil. “Eles também provocaram a geração de novas formas de governança em áreas em que os Estados têm falhado em suprir necessidades elementares da sociedade, principalmente entre a população mais vulnerável, em termos de proteção física e bem-estar social”, comenta o cientista político. Com isso, algumas regiões de cidades latino-americanas passaram a ter um modelo de governança que envolve, ao mesmo tempo, organizações estatais e não estatais. Para chegar às constatações, Villa e a cientista política Camila de Macedo Braga, membro da equipe do projeto, realizaram mais de 120 entrevistas desde 2018 com funcionários e agentes públicos como policiais federais, representantes das Forças Armadas, diplomatas, prefeitos, vereadores, secretários de Segurança Pública, integrantes do Ministério Público, da sociedade civil, lideranças sociais, pesquisadores e representantes de organizações não governamentais que trabalham com mediação de confli-

tos ou executando políticas públicas, em países como Venezuela, Colômbia, Bolívia, Nicarágua, Paraguai, México, Brasil e Honduras.

De acordo com o cientista político, apesar de narcotráfico e contrabando serem desafios comuns às nações da região, os problemas não têm sido tratados de forma cooperativa. Mesmo com a existência de fóruns de discussão de combate ao narcotráfico e outras atividades ilegais, como o Observatório Interamericano sobre Drogas – comitê estabelecido em 2000 na Organização dos Estados Americanos (OEA) –, não há atualmente uma instituição com poder decisório ou capaz de viabilizar a elaboração e adoção de medidas transnacionais para lidar com esses desafios. “Alguns países consideram que essas são questões internas e que o desenvolvimento de estratégias transnacionais de combate pode ferir sua soberania”, diz Villa.

Por outro lado, resposta recorrente de países como Brasil, México e Colômbia tem sido o uso das Forças Armadas para atuar no combate ao narcotráfico e contrabando. “A ocupação do Rio de Janeiro em 2018 é exemplo disso”, observa o pesquisador da USP. Héctor Luis Saint-Pierre, coordenador do Instituto de Políticas Públicas e Relações Internacionais e professor do programa interinstitucional de pós-graduação em Relações Internacionais San Tiago Dantas, que envolve a Universidade Estadual Paulista (Unesp), a Universidade de Campinas (Unicamp) e a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), lembra que o Consenso de Washington, estabelecido em 1989 na capital dos Estados Unidos, defendia que os estados latino-americanos empregassem suas Forças Armadas para combater as chamadas “novas ameaças” de alcance continental, entre elas o narcotráfico, por meio de ajuda militar norte-americana.

“Inicialmente, os países tiveram reações diferentes em relação a essa diretriz. Enquanto a Colômbia, por exemplo, aceitou nos anos 2000 ajuda militar dos Estados Unidos para combater a atuação de narcotraficantes, o Brasil entendia que ela representava uma ameaça”, analisa Saint-Pierre. Segundo ele, hoje esse panorama mudou e há uma tendência crescente nos países de todo o continente em mobilizar o aparato militar para missões não específicas. “No entanto, penso que mais do que a presença ostensiva da polícia nas ruas, o problema do narcotráfico deve ser resolvido por meio do desenvolvimento de mecanismos internacionais de cooperação judicial, policial e de inteligência financeira, que permitam identificar operações transnacionais de lavagem de dinheiro, por exemplo”, avalia.

Em relação ao papel do Brasil nesse contexto regional, Oliver Stuenkel, da Escola de Relações Internacionais da Fundação Getúlio Vargas



(FGV) em São Paulo, explica que o país historicamente tende a ter uma participação pequena em assuntos que envolvem a região. Até meados da década de 1990, poucos chefes de Estado brasileiros visitavam nações sul-americanas. “É um dado significativo se pensarmos nos desafios históricos envolvendo os países da região em assuntos como narcotráfico, contrabando e meio ambiente”, diz. Contrariando a tradição histórica e estudos que demonstram que Estados com peso dominante em determinada região costumam articular um projeto de liderança, o Brasil apresentou pouca capacidade de atuar como protagonista na resolução de desafios que atingem nações da área, apesar de ocupar metade do território e representar a maior economia do continente.

Stuenkel investigou essa questão em pesquisa recém-concluída. Nela, analisou documentação oficial e entrevistou, em diferentes países da América do Sul, chanceleres e ex-chanceleres, ex-presidentes, diplomatas e políticos envolvidos com a formulação de políticas de relações exteriores. De acordo com o pesquisador da FGV, na década iniciada em 1995, mesmo o Brasil estando em um momento de crescimento econômico, estabilidade política e ascensão global, sua capacidade de influenciar a região foi limitada. O cientista político identificou que o protagonismo brasileiro na resolução de conflitos aconteceu de forma pontual, como no Acordo de Paz de Brasília, assinado em 1998 por Equador e Peru para encerrar disputa territorial que se estendia por décadas. “Ao mediar a resolução do conflito por vias pacíficas, o Brasil colaborou com a abertura do diálogo entre as duas nações. O país ajudou a

criar um contexto normativo que estabelecia que as regras democráticas deveriam ser respeitadas na região”, informa.

Por outro lado, Stuenkel lembra a crise diplomática de 2010 entre Colômbia e Venezuela, que rompeu relações com Bogotá, ao ser acusada de abrigar guerrilheiros das Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (Farc) em seu território. “Havia uma expectativa de que o Brasil pudesse mediar a resolução dessa situação, algo que não aconteceu. Em entrevistas que realizamos com integrantes do governo colombiano, escutamos que naquela época o país se recusou a ajudar, mesmo quando a Colômbia solicitou apoio”, informa. De acordo com Stuenkel, a diplomacia brasileira nutria a percepção de que se o país fosse incisivo e pressionasse por obter liderança regional, poderia ser visto como ameaça pelos vizinhos. “Com isso, o protagonismo brasileiro na resolução de crises foi limitado e se desenvolveu conforme o tamanho do embate, os interesses geopolíticos e o alinhamento ideológico com o governo do país em questão”, afirma.

Tais conclusões resultam da análise de documentos do Ministério das Relações Exteriores brasileiro e de outros países como Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina, além das entrevistas. No decorrer deste ano, esses depoimentos estarão disponíveis no banco de dados do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) da Escola de Ciências Sociais da FGV. Conforme Stuenkel, Paraguai, Equador, Bolívia e Venezuela não dispõem de arquivos organizados ou não oferecem acesso fácil a documentos oficiais, tanto históricos quanto



recentes. A inclusão no CPDOC tem o objetivo de permitir que outros pesquisadores ampliem seus escopos de análise para além das fontes da diplomacia brasileira.

Os estudos de Villa, Braga e Stuenkel integram conjunto recente de investigações na área das relações internacionais (RI) que procuram diversificar os objetos e as fontes de pesquisa. Até a década de 1990, as análises brasileiras na área eram produzidas por diplomatas e se concentravam no exame de decisões do Ministério de Relações Exteriores (MRE), além de questões comerciais. Com o passar dos anos e a consolidação do processo democrático, os estudos passaram a abranger a inserção internacional do país e iniciativas de integração regional.

O primeiro curso de graduação em RI do Brasil foi criado em 1974 na Universidade de Brasília (UnB), com diplomatas constituindo boa parte do corpo docente. A partir dos anos 1990, em um momento em que multinacionais aumentavam a presença no país, novos cursos foram criados, especialmente em universidades privadas. Na mesma época foram estruturados os primeiros programas de pós-graduação. Se nos anos 1980 os estudos envolviam análises de políticas formuladas pelo Itamaraty, a criação das primeiras áreas de pós-graduação, na década seguinte, motivou a elaboração de investigações para compreender a interação entre Estados, ou seja, as dinâmicas que se estabelecem para além de fronteiras nacionais. “Nos últimos 20 anos, os estudos passaram a trabalhar, também, com as interações entre o pa-

rama externo e as políticas domésticas, tendência que se acentuou na última década”, informa o cientista político Marcelo de Almeida Medeiros, professor de política internacional comparada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

“As investigações em RI saíram de temas mais tradicionais envolvendo questões de segurança e defesa dos Estados e passaram a abranger temas sociais, como migrações, trabalho, tecnologia e saúde”, observa Amâncio Jorge Silva Nunes de Oliveira, do Departamento de Ciência Política da FFLCH-USP e coordenador científico do Centro de Estudos das Negociações Internacionais do Instituto de Relações Internacionais (Caeni-IRI-USP). De acordo com ele, a agenda de pesquisa acompanhou o desenvolvimento da estratégia diplomática brasileira. Nesse sentido, recorda que nos anos 1980 a prática da diplomacia se baseava na defesa de modelo econômico que buscava a substituição das importações. “O país apresentava pequena inserção no cenário internacional, mas, a partir de 1990, ampliou a participação na economia mundial, o que levou a uma mudança de padrão na diplomacia. O Itamaraty passou a ter novas prioridades, buscou criar um modelo econômico regional, a integrar-se com países do Cone Sul e a ampliar a participação em organismos multilaterais, como a Organização Mundial do Comércio [OMC]”, resume Oliveira. Nos últimos cinco anos, o cientista político afirma que o panorama mudou novamente e o país deixou de considerar prioritárias as relações com o Sul global. “Houve uma mudança drástica no alinhamento com parceiros globais e, atualmente, o Brasil vem se aproximando dos Estados Unidos”, conclui. ■

Os projetos e artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

OBJETO DE LUXO



A close-up photograph of a woman's face and hands. She has dark hair and is wearing a dark turtleneck sweater. Her hands are focused on a task, using a pair of pliers to work on a gold-colored ring with a large, round, blue gemstone (likely a sapphire) set in a bezel. The background is blurred, showing more of the same rings and some red flowers.

Em 2011, réplica de anel de safira e diamantes, utilizado por Kate Middleton no dia do seu casamento, foi sensação de vendas no comércio popular de São Paulo

Estudos buscam entender hábitos de consumo das elites

Bruno de Pierro

Todos os anos, dezenas de navios de luxo partem do Caribe e da costa sul dos Estados Unidos rumo à foz do rio Amazonas. A bordo estão turistas norte-americanos e europeus interessados em conhecer as belezas da região amazônica sem abrir mão das comodidades de um cruzeiro de alto padrão, como piscina aquecida, restaurante de gastronomia sofisticada e cabines com serviços personalizados. Na serra de Parintins, conhecida como Boca da Valéria, os passageiros visitam comunidades ribeirinhas às margens do Amazonas, onde têm a chance de fazer trilha no mato, adquirir colares de coquinhos produzidos por artesãos e tirar fotos com filhotes de jacarés. Em troca, distribuem alguns dólares. A relação comercial não passa disso – os estrangeiros são instruídos, momentos antes de descerem do navio, a não comprar comida nem bebida no local, para evitar possíveis casos de intoxicação. Retornam à embarcação horas depois, deixando os ribeirinhos à espera do próximo cruzeiro.

Por trás desse estilo de turismo estão empresas de cruzeiros luxuosos que atraem viajantes milionários ao construir uma imagem exótica e pitoresca da Amazônia e seu povo. “Mais do que isso,

ocupam parte do território brasileiro, beneficiando-se de recursos ambientais e da infraestrutura portuária, sem gerar benefícios econômicos e sociais para a população local”, afirma a geógrafa e consultora ambiental Thaís Zucheto de Menezes, que se debruçou sobre o assunto durante o mestrado, realizado na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Ao analisar a atuação de seis companhias estrangeiras e de secretarias estaduais e municipais de Turismo da região, ela identificou uma dinâmica no mínimo preocupante.

“De modo geral, as secretarias incentivam a vinda de cruzeiros a fim de promover o turismo, com a possibilidade de gerar renda e melhorar a infraestrutura das cidades”, diz Menezes. Mas o estudo mostrou que não é isso que ocorre. “Há casos de secretarias que ficam subordinadas às empresas.” Em portos fluviais do Amazonas e do Pará, por exemplo, Menezes observou que os visitantes não pagam taxas de desembarque, diferentemente do que acontece em outros lugares do país. As únicas cobranças são feitas por agências de turismo locais, que oferecem pacotes de passeios nos municípios onde os navios aportam, como Santarém e Belém. “Além disso, a estrutura dos ter-

minais hidroviários é desigual. Os barcos regionais atracam em plataformas mais rudimentares do que aquelas montadas exclusivamente para os cruzeiros luxuosos.” Procurada pela reportagem de *Pesquisa FAPESP*, a Secretaria Estadual de Turismo do Pará informou que os custos do desembarque dos passageiros ficam a cargo das empresas envolvidas, mas confirmou interesse em construir terminais hidroviários exclusivos para os cruzeiros. “O governo encomendou a elaboração de estudos para viabilizar a construção de terminais especiais para receber os navios internacionais em Santarém e Belém. É uma forma de incrementar o turismo na região”, disse André Dias, secretário de Turismo do Pará.

Navios que viajam pela Amazônia são apenas uma das facetas do chamado mercado global de bens e serviços de luxo, que alcançou US\$ 1,4 trilhão em 2019 – um aumento de 4% em relação ao ano anterior, de acordo com a consultoria Bain & Company. Chama a atenção que o segmento cresce significativamente mesmo diante do ambiente de turbulência econômica global, observa o sociólogo Renato Ortiz, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “O mercado do luxo detém um enorme poder econômico e, talvez por isso, seja pouco fiscalizado e

controlado”, afirma. “Há muitas incógnitas relacionadas a esse setor, a começar pela dificuldade de conseguir informações sobre as empresas que atuam nele”, diz Ortiz, que se valeu de dados pontuais divulgados por consultorias privadas, jornais de economia e revistas especializadas para escrever o livro *O universo do luxo* (Alameda, 2019).

A obra mergulha no universo de marcas como Dior, Louis Vuitton e Rolex para analisar características pouco conhecidas, como a emergência de uma elite transnacional que incorpora novas formas de se distinguir na sociedade. “Assim como a arte contemporânea, o luxo é ao mesmo tempo global e restrito”, observa Ortiz. “Roupas da marca francesa Chanel podem ser encontradas no mundo todo, mas são inacessíveis à maioria das pessoas.” Na avaliação do pesquisador, vinhos raros, jatos privados, joias – e, por que não, cruzeiros luxuosos – são bens que se afastam de suas raízes nacionais para se tornar símbolos de *status* e “bom gosto”.

Para o sociólogo, o modo de vida dos mais ricos não deve ser ignorado pelas ciências sociais, especialmente por pesquisadores que buscam captar as minúcias das relações de poder da sociedade contemporânea. Contudo, só recentemente áreas como sociologia e antropologia começaram a dar mais atenção aos hábitos de consumo das elites. “O olhar dos cientistas sempre se voltou para as classes mais pobres, que são as que mais sofrem com a falta de emprego e renda. A dominação das elites geralmente é estudada do ponto de vista político, não cultural”, esclarece Ortiz. Investigar de maneira crítica como as classes mais abastadas consomem e vivem pode fornecer pistas

importantes para entender por que a desigualdade social e a concentração de renda seguem aumentando. “Uma pessoa que gasta milhares de dólares hospedando-se em um hotel de luxo na Polinésia Francesa revela um comportamento típico dos consumidores de alto poder aquisitivo, que é a busca por tudo aquilo que é exclusivo e feito para poucos”, avalia.

Mesmo apetrechos vendidos em feiras de artesanato no Nordeste tornam-se objeto no mercado de luxo – desde que passem pelas mãos de algum designer conceituado. É o que mostra a dissertação de mestrado da designer Viviane Mattos Nicoletti, desenvolvida na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP). “Os artesãos fornecem, por exemplo, móveis de madeira para que designers famosos adequem as peças ao gosto do mercado de luxo, e que depois são vendidas em lojas especializadas de grandes centros urbanos”, explica Nicoletti, professora no Instituto Europeo di Design e na Universidade São Judas, em São Paulo. Ela analisou essa prática em três comunidades de artesãos. A que constrói móveis e esculturas de madeira, na beira do rio São Francisco, em Alagoas; uma formada por mulheres que confeccionam bonecas de pano em Riacho Fundo, na Paraíba; e, por fim, um grupo que produz cestos de palha em Várzea Queimada, no Piauí.

As bonecas, também conhecidas como bruxinhas, são feitas de retalhos de pano e facilmente encontradas em todo o Nordeste. Em 2002, um escritório de design brasileiro com forte atuação na Europa utilizou as bonecas feitas em Riacho Fundo para compor

uma poltrona produzida em série limitada de 35 unidades. “Elas foram vendidas em galerias internacionais de arte e ainda hoje marcam presença em leilões”, conta Nicoletti. “Em pouco tempo, as bonecas se tornaram objetos icônicos para aficionados por artefatos populares, e a comunidade de artesãs passou a receber encomendas de lojistas da Europa e dos Estados Unidos, que negociaram diretamente com as artesãs.” Isso incomodou o escritório e seu representante europeu, que resolveram reformular o contrato de parceria com as artesãs, exigindo exclusividade de venda e direitos autorais sobre a tradicional boneca. Auxiliadas por um advogado, as artesãs recusaram a proposta, e a agência decidiu romper o contrato definitivamente. Com o revés financeiro, elas tiveram dificuldade de retomar suas funções originais. “Por meio de seus agentes mediadores, o mercado de luxo busca monopolizar a venda dos objetos artesanais quando eles passam a portar significados e narrativas embutidos pelo design”, observa Nicoletti. “Ao longo dessa intervenção, percebe-se a ausência de medidas que promovam a autonomia dos artesãos, para que tenham controle sobre a comercialização do que produzem e possam acessar inclusive os consumidores finais. Essa situação revela um cenário de submissão.”

O ímpeto de apropriação, como uma característica central do mercado de luxo, também transparece no movimento de ocupação do espaço urbano por

Assim como a arte contemporânea, o luxo é ao mesmo tempo global e restrito, diz Ortiz



Artesã confecciona boneca com retalhos de pano



2



Imagem exótica e pitoresca da Amazônia compõe roteiro de viagens de luxo

gostinho de ter uma carteira ou um cinto de uma marca famosa, sem necessariamente tornar-se um consumidor fiel dos artigos mais caros da empresa.”

Essa estratégia tem como objetivo, avalia Silva, alavancar o valor da marca, fazendo de seus produtos algo desejado por muitos, mas conquistado por poucos. No entanto, também há nessa técnica publicitária a tarefa de “educar” futuros milionários, tornando-os potenciais compradores de artigos luxuosos. De olho no mercado de luxo brasileiro – e sabendo que o parcelamento no cartão de crédito é uma tradição mesmo entre as classes mais abastadas do país –, a grife francesa Louis Vuitton liberou essa modalidade de pagamento apenas no Brasil. “Aqui é o único país onde se pode parcelar em 10 vezes uma bolsa dessa marca avaliada em alguns milhares de dólares”, conta Silva.

A formação de novos consumidores funcionou especialmente na China, cujo mercado de luxo cresceu cerca de 26% em 2019, atingindo € 30 bilhões, de acordo com pesquisa feita pela consultoria italiana Altagamma. Segundo o estudo, a presença chinesa é cada vez mais expressiva no consumo de carros, artes, alta gastronomia, hotéis de alto padrão e vinhos raros. No geral, os asiáticos constituem a maioria dos consumidores globais de bens pessoais de luxo – aproximadamente 51%. “Nos últimos anos, a imensa ascensão da classe média na China fomentou o contato do país com hábitos de consumo ocidentais. Milhões de chineses viajaram para a Europa e para os Estados Unidos, onde conheceram grifes de luxo. Esse movimento também foi seguido pelos novos ricos do país”, observa Silva.

Nos últimos anos, atraídas pela mão de obra barata e pelo mercado em expansão, muitas marcas abriram fábricas e lojas no país asiático. O surto do novo coronavírus, no entanto, já afeta o setor. Levantamento feito em fevereiro pela revista *Forbes* mostrou que, em menos de três meses, foram fechadas por tempo indeterminado 150 das 250 lojas que o grupo norte-americano Capri Holdings – detentor de marcas como Versace e Michael Kors – mantém na China. A também norte-americana Ralph Lauren encerrou a atividade de metade de suas 115 lojas no país, enquanto a alemã Adidas relatou ter “fechado temporariamente” um número considerável de seus 12 mil pontos de venda em território chinês. ■

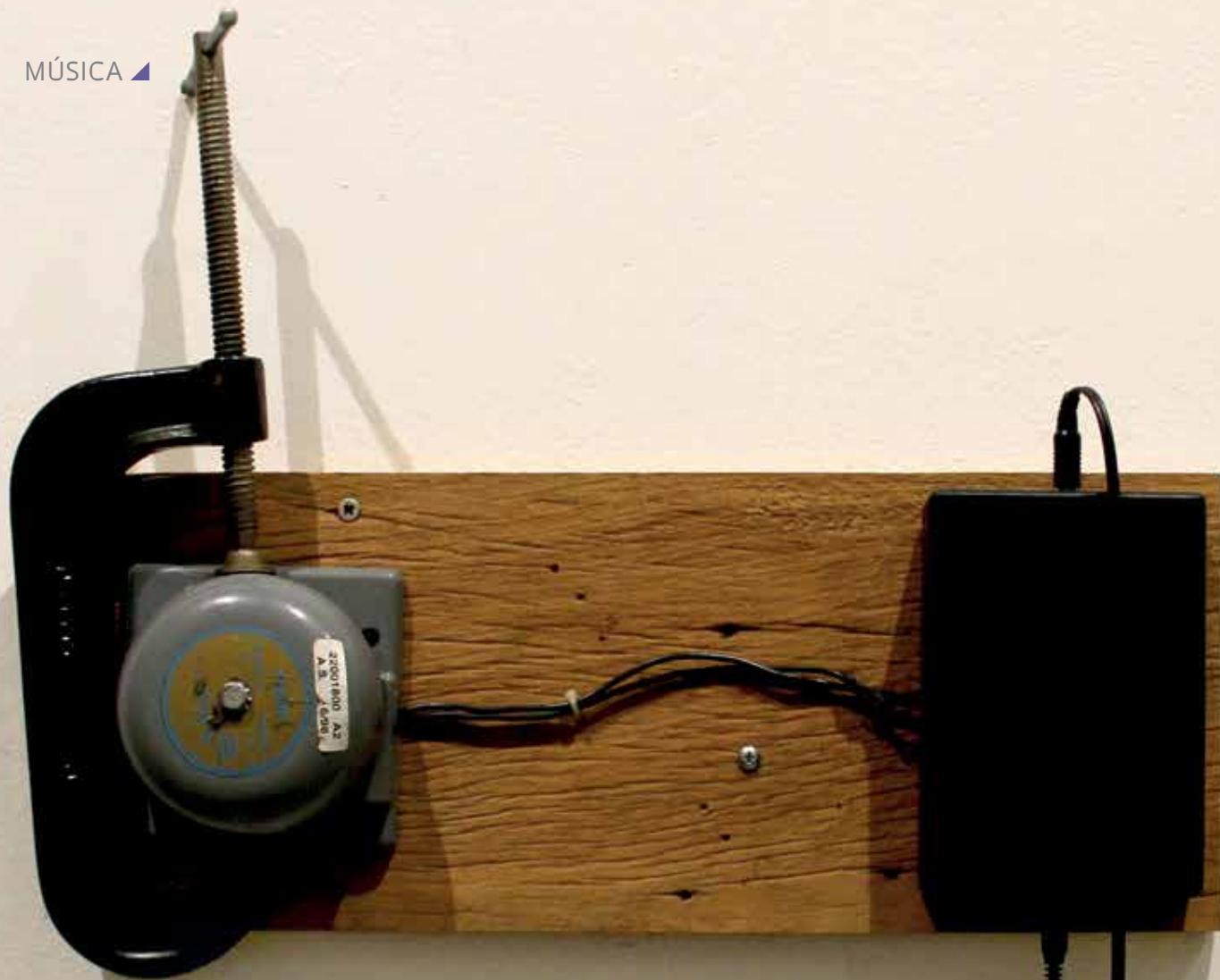
imóveis de alto padrão. Ao analisar esse fenômeno em São Paulo, a urbanista Raquel Rolnik, da FAU-USP, demonstrou como os negócios desse segmento do mercado imobiliário subiram 13% em 2017, enquanto a comercialização de imóveis na capital paulista caiu 4,5% no mesmo período. Assim como ocorre com os cruzeiros de luxo, que atracam em estruturas diferenciadas nos portos da Amazônia, a segregação da espacialidade é um negócio lucrativo nas grandes cidades do Sudeste brasileiro. “O crescimento no volume de vendas e no valor de imóveis luxuosos, também conhecidos como *superprime*, obviamente tem pouco a ver com aumento da demanda por habitações”, afirma Rolnik. “Esses imóveis caros são uma forma de investimento ou ‘entesouramento’ por parte de capitais financeiros, geralmente globalizados.”

De acordo com a urbanista, imóveis ultracaros representam uma maneira eficaz de absorver capital excedente na perspectiva de médio e longo prazo. “A tendência é que eles se valorizem, permitindo que as classes altas alavanquem mais capital”, explica Rolnik, lembrando, por exemplo, que em bairros nobres de Londres, na Inglaterra, há milhares de casas e apartamentos vazios, mesmo a cidade passando por uma crise habitacional preocupante. De acordo com Rolnik, uma consequência disso em lugares como São Paulo é que os moradores de classes mais baixas precisam concorrer com milionários pelo espaço urbano. “Enormes pedaços da cidade são tomados por imóveis desocupados. E esse não é um fenômeno observado apenas em áreas centrais da cidade. Na periferia, condomínios de luxo já com-

petem com moradias populares na busca por novos terrenos”, analisa.

Em 2011, um anel de 12 quilates de safira e 14 diamantes, avaliado em mais de R\$ 1 milhão, foi sensação de vendas na rua 25 de Março, lugar tradicional de comércio popular de São Paulo. Na verdade, tratava-se de uma réplica barata, de pouco mais de R\$ 20, do anel utilizado por Kate Middleton no dia de seu casamento com o príncipe William. O artefato veio da tradição real britânica e pertenceu à princesa Diana (1961-1997). Ao aparecer em close na mídia, a joia logo se popularizou. “Trata-se de um exemplo emblemático de como elementos de luxo podem se alastrar pelo cotidiano das camadas mais baixas da sociedade”, comenta o geógrafo Carlos Henrique Costa da Silva, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de Sorocaba, estudioso do mercado de luxo desde o início dos anos 2000.

Ele explica que uma característica desse segmento é reproduzir-se o tempo todo na sociedade, como forma de ampliar mercados e ditar padrões de consumo, tais como a ideia de que, de vez em quando, a pessoa pode “se dar ao luxo” de comprar algo caro. Tomando emprestado o conceito de democratização do luxo, proposto pelo filósofo francês Giles Lipovetsky, Silva explica que não se trata exatamente de tornar o luxo mais aberto, mas sim reproduzir nas pessoas o sonho do inacessível. “Algumas marcas até lançam produtos um pouco mais acessíveis, que podem ser comprados, não sem algum sacrifício, pela classe média. A pessoa sente o



RUÍDOS À BRASILEIRA

Projeto busca mapear e analisar particularidades da arte sonora feita no país



Realidade virtual,
uma das obras
apresentadas na
exposição *Sons de
Silício*, realizada
em 2019 pelo
grupo NuSom-USP

comum na historiografia da música erudita figurar exclusivamente compositores europeus, como Johann Sebastian Bach (1685-1750) e Ludwig van Beethoven (1770-1827), e norte-americanos, como Walter Piston (1894-1976). Na música experimental, originada no início do século XX, não é diferente. Nomes como o de John Cage (1912-1992), dos Estados Unidos, e Pierre Schaeffer (1910-1995), da França, despontam como referências internacionais desse gênero, marcado pela improvisação e pelo uso de ruídos resultantes da manipulação de objetos ou aparelhos eletrônicos. Na tentativa de preencher uma lacuna bibliográfica sobre a América Latina em trabalhos dedicados à arte sonora, pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Sonologia da Universidade de São Paulo (NuSom-USP) publicaram em dezembro um livro que discute as especificidades dessa prática artística no Brasil, lançando luz sobre personagens que escapam do cânones europeu e norte-americano. “É grande a falta de representatividade de países da América Latina na história da música e nos estudos do som”, afirma Fernando Iazzetta, pesquisador do NuSom e um dos organizadores de *Making it heard - A history of Brazilian sound art* (Bloomsbury, 2019).

Publicada em inglês por uma editora britânica com o objetivo de aumentar a visibilidade da produção brasileira em arte sonora, a obra reúne ensaios de 13 autores que dialogam com novas áreas de pesquisa como a sonologia, que trata de processos de produção sonora e musical, levando em consideração recursos tecnológicos, como computadores e sintetizadores. “Graças a equipamentos criados em laboratório por engenheiros de som franceses e alemães, em meados do século XX, foi possível dar novos rumos à forma como se produz e pesquisa música”, diz Iazzetta. No caso do Brasil, a música experimental fincou raízes a partir da década de 1950, com a ascensão do grupo Música Nova, encabeçado por compositores de São Paulo como Rogério Duprat (1932-2006), Júlio Medaglia e Gilberto Mendes (1922-2016), inspirados por ideais cosmopolitas do movimento concretista; e, nos anos 1960, com o Tropicalismo, que buscou conectar as novas tendências internacionais com a música popular brasileira.

De acordo com Iazzetta, o desejo de espelhar a produção de outras partes do mundo era recorrente, ainda que fosse possível detectar certo sotaque local nesses movimentos – arranjos de Duprat, por exemplo, misturavam sons de berimbau, guitarra e ruídos eletroacústicos. “A tensão entre local e global é um fator central para entender a produção recente da arte sonora brasileira”, diz o pesquisador e professor da Escola de Comunicações e Artes (ECA-USP). Após um período de difícil acesso

à tecnologia de ponta, como resultado das restrições econômicas e da falta de uma indústria eletrônica robusta no país, o século XXI iniciou com políticas culturais que estimularam as artes digitais, incluindo a sonora. “Grandes empresas de telecomunicações e bancos também passaram a apoiar exposições e residências artísticas ligadas ao uso de tecnologias sofisticadas e as das mídias digitais, como forma de associar suas marcas a aspectos da contemporaneidade”, explica Iazzetta.

Foi assim que nos últimos 20 anos a arte sonora despontou no país, provocando transformação na linguagem musical e rompendo a relação palco-plateia, estando mais para instalações em galerias de arte (ver reportagem “*Na onda da música e da tecnologia*”, disponível em <http://bit.ly/igSonologia>). Nesse cenário, o desafio que se colocou foi investigar as características dessa produção sonora, conforme explica o artista e pesquisador português Rui Chaves, coorganizador do livro. “Não havia informações sobre quem são os artistas brasileiros nem como, onde e com o que trabalham”, ressalta Chaves, que criou a plataforma on-line Nendú (www.nendu.net) – em tupi-guarani, “ouvir-se” –, com dados de mais de 100 artistas brasileiros, durante estágio de pós-doutorado concluído em 2018 no NuSom.

Lançado no ano passado, o portal apresenta, além de entrevistas, fotos e vídeos, um mapa que indica onde atuam os artistas – a maior parte está em São Paulo. A ideia é de que a Nendú volte a ser atualizada este ano, servindo como banco de dados para pesquisadores. “Arquivos como o International Sound Art Archive contabilizam centenas de artistas sonoros em todo o mundo, a maioria da Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos”, diz Chaves. “Essa plataforma internacional está inativa desde 2010, mas, considerando-se que para o Brasil havia apenas o registro de um artista em um universo de 257, agora pode-se dizer com segurança que havia muito mais de uma pessoa trabalhando com esse gênero antes de 2010 no Brasil.”

O arquivo criado por Chaves contribui para traçar um panorama mais abrangente e diversificado da arte sonora no país, avalia Iazzetta. “Não tínhamos uma noção ampla da importância dessa produção nacional, em termos de quantidade e qualidade.”

Entre as particularidades da música experimental brasileira, está a sua convergência frequente com o conceito de gambiarra – expressão popular que descreve maneira improvisada e informal de resolução de problemas cotidianos, quando ferramentas ou recursos adequados não estão disponíveis. Segundo o músico e pesquisador Giuliano Obici, professor da Universidade Federal Fluminense (UFF) e um dos autores de *Making it heard*, nas últimas décadas o termo tem sido usado para descrever certos modos de produção artística no contexto brasileiro, caracterizado pelo método improvisado de trabalhar com materiais e dispositivos tecnológicos.

LIXO ELETRÔNICO

Para o músico André Damião, televisores抗igos, toca-discos e aparelhos encontrados em pontos de descarte de lixo eletrônico fazem parte da rotina de muitos artistas brasileiros. Trata-se, diz ele, de reaproveitar materiais usados, encontrados em lugares como a rua Santa Ifigênia e suas tradicionais lojas de equipamentos eletrônicos, em São Paulo. “Isso é um exemplo claro de como a realidade socioeconômica se reflete no trabalho artístico. Os objetos utilizados em uma obra revelam muito dos procedimentos e discursos adotados pelo artista em um cenário econômico distinto dos Estados Unidos e de países da Europa”, afirma Damião, ressaltando que, embora os artistas brasileiros possam hoje ter acesso a softwares e equipamentos também utilizados em nações desenvolvidas, a relação estabelecida com a tecnologia depende do contexto local em que está inserido.

Em uma de suas obras, intitulada *Narva*, Damião critica os processos comerciais que tornam obsoletos dispositivos móveis, no caso uma televisão portátil da década de 1980 achada no lixo e que, depois de algumas intervenções, transformou-se em um instrumento musical inusitado e ruidoso. “É uma forma de criticar a mercadoria, pensando os objetos para além daquilo que fo-



Acima, performance sonora da pesquisadora e artista Lilian Campesato. À direita, sementes dentro de um pote de vidro em repouso compõem a obra *Música* (1978), do artista Paulo Bruscky

1



2



3

ram programados e refletindo sobre que tipo de música é possível fazer com esses dispositivos tidos como obsoletos”, observa.

INDEFINIÇÕES

Mapear artistas sonoros não constitui tarefa fácil, porque nem sempre eles se definem como tal, informa a artista Lílian Campesato, pesquisadora do NuSom. “O som pode aparecer como elemento fundamental em trabalhos criados por músicos, artistas visuais e artistas que não se conectam diretamente à arte sonora”, diz. Isso fica evidente, por exemplo, quando se tem contato com as coletâneas do Berro, selo fonográfico digital lançado pelo NuSom em 2019. São três álbuns com 26 trabalhos sonoros realizados a partir de 1968, disponíveis na plataforma digital Bandcamp. Alguns dos áudios foram produzidos pelo artista plástico carioca Cildo Meireles, famoso por suas instalações e esculturas, mas que em 1970 lançou um disco com sons gerados por um oscilador de frequência. “Para Cildo, isso é música”, salienta Campesato.

Além de trabalhos de valor histórico como o de Cildo Meireles ou das referências à produção de caráter mais experimental, os três álbuns lançados pelo selo Berro mostram que a pesquisa com novas sonoridades aparece numa diversidade de trabalhos artísticos, inclusive no campo da música popular. Artistas como o alagoano Hermeto Pascoal são conhecidos pelo uso criativo de sons inusitados e suas músicas muitas vezes resistem às delimitações fechadas de gêneros e rótulos. Para o músico Itiberê Zwarg, baixista na banda de Pascoal, o mais importante não é estabelecer definições, mas sim identificar os artistas capazes

de criar impulsionados pela intuição. “Quando o músico é criativo, ele intui coisas que estão fora do convencional, e isso é criatividade”, diz. É o caso da música “Canto II”, de Juçara Marçal e Cadu Tenório, que aparece no álbum número 2 lançado pelo Berro. Trata-se de canção com arranjo pouco convencional e cujo tema é baseado em um canto tradicional de origem Bantu. Essa associação do experimentalismo com a música popular é o tema do capítulo do jornalista e pesquisador GG Albuquerque no livro *Making it heard*.

Para Campesato, no entanto, muitas vezes as distinções entre os campos da música e da arte sonora refletem mais a demarcação política de nichos artísticos do que diferenças entre essas práticas. “Falar de arte sonora na academia não é algo trivial e ainda causa desconforto em muitos departamentos de música de universidades”, afirma a artista, que analisa a produção sonora de brasileiras em um dos capítulos do livro. “Ao concluir o mestrado sobre arte sonora na USP, em 2007, percebi que não havia citado nenhum artista brasileiro na dissertação. E todos aqueles que estudei tinham como referência artistas homens brancos europeus”, conta. “Decidi então buscar referências nacionais e vi no trabalho das artistas Marie Carangi, Paula Garcia e Sofia Caesar uma oportunidade para discutir não apenas a vocação decolonial, mas também feminista da arte sonora brasileira”, explica Campesato. ■ Bruno de Pierro

Televisão portátil e sensores analógicos e digitais transformaram-se em instrumento musical nas mãos do artista André Damião

Projeto

Arquivo de performance sonora: Gesto, tecnologia e texto na criação de artes (nº 14/15978-9); Modalidade: Bolsa de Pós-doutorado; Pesquisador responsável: Fernando Iazzetta (USP); Bolsista: Rui Chaves; Investimento: R\$ 288.488,10.

MEMÓRIA

A fronteira sem fim

Balão usado para
pesquisa atmosférica,
lançado em 1982:
financiamento da NSF

National Science Foundation dos Estados Unidos completa 70 anos com influência mundial

Carlos Fioravanti

Na manhã de 6 de fevereiro de 2020, ao abrir um seminário sobre os 70 anos de criação da National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos, a astrofísica France Córdova resumiu deste modo a essência da instituição que ela dirige: “A NSF reúne cientistas inovadores e empreendedores para resolver problemas do país e do mundo”. Córdova deixou o cargo de diretora no final de março, após um mandato de seis anos. Em dezembro de 2019, o presidente Donald Trump nomeou o indiano Sethuraman Panchanathan, diretor de Pesquisa e Inovação da Universidade Estadual do Arizona e membro do National Science Board (NSB), que supervisiona a NSF, para substituí-la. O nome dele terá de ser confirmado pelo Congresso dos Estados Unidos.

Com um orçamento de US\$ 8,3 bilhões para 2020, a NSF é a principal agência de apoio à pesquisa básica nos Estados Unidos. Em 2019, financiou projetos científicos e tecnológicos em 1.800 universidades e centros de pesquisa, recebeu 41 mil projetos de pesquisa para analisar – aprovou 11.300 – e apoiou 306 mil pesquisadores, professores e estudantes nos Estados Unidos. Financia desde trabalhos sobre ensino de ciências no ensino básico, visando à formação de jovens lideranças – “uma das prioridades da Casa Branca e do Congresso”, ressaltou Córdova em sua apresentação –, a projetos de astrofísica como o Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (Ligo), que detectou ondas gravitacionais em 2015 e dois anos depois rendeu um prêmio Nobel a três físicos norte-americanos que lideraram a pesquisa. A fundação tem 4 navios de pesquisa oceanográfica, 2 aviões para estudos da atmosfera, mantém 7 supercomputadores e 19 telescópios. Os Institutos Nacionais de Saúde (NIH), com um orçamento

cinco vezes maior, dedicam-se exclusivamente à pesquisa biomédica.

A criação da NSF foi uma das propostas do relatório “Science, the endless frontier” (Ciência, a fronteira sem fim), publicado em julho de 1945 e elaborado pelo engenheiro norte-americano Vannevar Bush (1890-1974), que chefiava o Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento, órgão do governo norte-americano que coordenou o esforço científico dos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). “Bush lutou para que a NSF fosse criada para fortalecer a posição internacional dos Estados Unidos”, conta o historiador Gildo Magalhães, diretor do Centro Interunidade de História da Ciência da Universidade de São Paulo (USP).

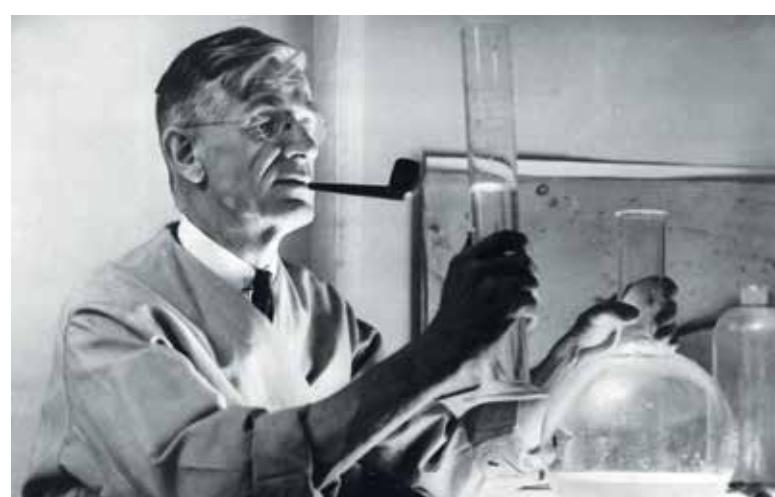
No relatório, elaborado a pedido do governo norte-americano, Bush analisou gastos entre 1930 e 1940. Em 1930, o desembolso com pesquisa científica da indústria e do governo – quase toda aplicada – era seis vezes maior do que aquele com pesquisa básica de universidades e institutos; em 1940 era 10 vezes maior. “Se universidades e institutos de pesquisa atenderem às crescentes demandas da indústria e do governo por novos conhecimentos científicos, sua pesquisa

básica deve ser fortalecida pelo uso de fundos públicos”, escreveu. Ele definiu pesquisa básica como aquela realizada sem pensar em fins práticos, que resultaria “em conhecimento geral e no entendimento da natureza e de suas leis”. Para ele, “esse conhecimento geral fornece os meios para responder a um grande número de problemas práticos importantes, embora possa não dar uma resposta específica e completa a nenhum deles”.

Em julho de 1945, o senador Warren Magnuson (1905-1989) propôs a criação efetiva da nova instituição, que ganhou o nome de National Science Foundation. Em 1947, o Congresso aprovou a proposta, mas o presidente Harry Truman (1884-1972) a vetou por não lhe dar o direito de nomear o diretor da agência.

O governo dos Estados Unidos aprovou a criação da NSF em 10 de maio de 1950, destinando-lhe 24 funcionários em tempo parcial, um diretor-geral e um diretor-executivo, todos indicados pelo presidente – hoje são 1.850 funcionários e um corpo rotativo de 200 assessores, que avaliam os pedidos de financiamento a projetos de pesquisa. O presidente mantém o direito de nomear o diretor e um comitê de 24 membros, o NSB, ambos com mandato de seis anos.

Vannevar Bush foi o autor do relatório que propôs a criação da fundação e influenciou outras agências no mundo





Cinco estudantes da Universidade Yeshiva e bolsistas da NSF em visita a Albert Einstein na Universidade de Princeton, em 1952

Como Córdova lembrou na apresentação de uma reedição do relatório de Bush, distribuída como parte das comemorações dos 70 anos, a nova instituição não se tornou uma financiadora de todas as pesquisas básicas do governo federal, como Bush havia imaginado, porque outros centros, como os NIH, a hoje extinta Comissão de Energia Atômica e o Escritório de Pesquisa Naval, expandiram-se.

A NSF começou a operar em março de 1951 com um orçamento de US\$ 225 mil. Em 1952, destinou seu primeiro financiamento, de US\$ 10,3 mil, para pesquisas básicas no Instituto de Pesquisa em Câncer (ICR), complementando o trabalho de caráter aplicado dos NIH. O ano terminou com 97 projetos aprovados, entre eles os do biólogo Max Delbrück (1906-1981, Nobel de 1969) e do físico Burton Richter (1931-2018, Nobel de 1976).

Em outubro de 1957, depois de a então União Soviética lançar o Sputnik I, o primeiro satélite artificial, o governo dos Estados Unidos fez uma avaliação de seu sistema de pesquisa científica e educação e o expandiu. Um dos resultados foi a criação da Nasa, a agência espacial, que começou a operar em julho de 1958. “De 1957 a 1961, o investimento do governo federal em pesquisa e desenvolvimento dobrou e para ciência básica triplicou”, observou o historiador Mark Solovey, da Universidade de Toronto, no Canadá, em um artigo publicado em fevereiro de 2019 na revista *International Journal*

for History, Culture and Modernity. O orçamento da NSF saltou de US\$ 40 milhões em 1958 para US\$ 500 milhões em 1968.

Outro efeito do Sputnik foi que o financiamento em projetos sobre educação triplicou. Em 1972, outra decisão do Congresso fez a NSF responsável por programas de educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática desde o ensino básico. Essa ainda é uma das prioridades da instituição, cujo site (www.nsf.gov) oferece material impresso e vídeos sobre ciência e tecnologia para crianças e jovens.

Nem sempre as relações com o governo foram amistosas. No seminário de fevereiro, o sociólogo Richard Atkinson, diretor da NSF de 1977 a 1980, disse que a instituição viveu tempos difíceis no final dos anos 1970. Era severamente criticada por causa da proposta de um currículo de ciências, que tinha sido aprovada sem a habitual revisão por especialistas e “muitos conservadores consideravam que minava os valores tradicionais dos Estados Unidos”, comentou. Atkinson foi o primeiro diretor a gerenciar um orçamento de US\$ 1 bilhão e conduziu o primeiro acordo científico com a China, facilitando o intercâmbio de pesquisadores entre os dois países.

Hoje, a instituição vive momentos de incerteza. “A Casa Branca pede cortes radicais, de 11% a 30% por ano, desde

2017, do orçamento da NSF, mas até agora o Congresso tem restaurado o orçamento e em um dos anos deu um pequeno aumento”, disse a *Pesquisa FAPESP* o antropólogo Emilio Moran, da Universidade Estadual de Michigan, nos Estados Unidos, membro do NSB e coordenador de um projeto que analisa os impactos de hidrelétricas na Amazônia, apoiado pela FAPESP. “Para evitar a queda orçamentária”, acrescentou, “temos dado muita ênfase em explicar aos congressistas a importância da ciência e tecnologia para o progresso do país”.

Segundo ele, a NSF enfrenta dois grandes problemas. O primeiro é o aumento dos investimentos da produção da China em ciência e tecnologia, que tem ocorrido com uma velocidade maior que a dos Estados Unidos. “Ainda não conseguimos convencer o Congresso a aumentar o investimento nessa área a níveis competitivos com os investimentos da China”, comentou Moran. O segundo é o clima de restrição à permanência nos Estados Unidos de cientistas estrangeiros, principalmente da Índia e da China. “Qualquer restrição a esse fluxo é um erro”, disse. “Quase metade da ciência e engenharia nos Estados Unidos é feita por cientistas talentosos vindos de outros países.”

A fundação “está integrada a todos os ministérios e realmente participa do crescimento econômico do país”, comentou Kelvin Droegemeier, diretor do Escritório de Política Científica e Tecnológica da Casa Branca, no

seminário de fevereiro. Em 2018, a NSF destinou cerca de US\$ 200 milhões a projetos conduzidos por pequenas empresas, no âmbito do programa Small Business Innovation Research (SBIR), que agrupa 11 agências governamentais.

Criado em 1977, o SBIR inspirou o programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, lançado em 1997 (*ver especial Pipe 20 Anos*). As duas fundações se aproximaram ao longo do tempo. Em 2011, o acordo de colaboração científica mais recente uniu as equipes dos dois programas apoiados por cada uma das duas instituições, o Biota-FAPESP e o Dimensions of Biodiversity; a colaboração já tomou a forma de 79 projetos de pesquisa apoiados pela Fundação paulista.

A NSF também financiou diretamente pesquisas no Brasil. Nos anos 1990 – com a Nasa, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a FAPESP –, apoiou a primeira etapa do programa Experimento de Larga Escala na Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). Ainda em vigor, com financiamento exclusivamente brasileiro, o LBA detalhou as interações entre atmosfera, solos, rios, flora, fauna e seres humanos, motivando cerca de 2 mil artigos científicos.

“Science, the endless frontier” norteou a criação de agências de apoio à ciência em vários países, inclusive



2

o Brasil, interessados em criar seus sistemas de ciência e tecnologia. Pesquisadores brasileiros utilizaram o documento nas propostas à Assembleia Constituinte de 1947 que resultaram na criação da FAPESP, como detalhado no livro *FAPESP 50 anos – Meio século de ciência* (FAPESP, 2015), organizado pelo historiador Shozo Motoyama “O Almirante Álvaro Alberto [da Mota e Silva, 1889-1976] usou as ideias de Bush para criar o CNPq, em 1951, e assegurar que a energia atômica tivesse uso pacífico e não ficasse fora do alcance da ciência brasileira”, diz Magalhães.

Graduado em relações internacionais, com doutorado em política científica

e tecnológica, Renan Leonel da Silva, pesquisador da Faculdade de Medicina da USP, reconhece sinais das propostas de Bush no parecer Sucupira, de 1965. Elaborado pelo historiador e filósofo da ciência Newton Sucupira (1920-2007), membro do Conselho Federal de Educação e professor da Universidade Federal de Pernambuco, o documento ajudou a orientar a criação do sistema de pós-graduação no Brasil. “Sucupira e o comitê que elaborou o parecer argumentavam que a pós-graduação deveria ter uma configuração adequada ao espaço brasileiro, sem simplesmente copiar a experiência norte-americana”, observa Silva. ■



Pesquisadores apoiados pela agência de fomento fazem medições meteorológicas em uma montanha do Colorado, nos Estados Unidos, em 1953 (acima)

Interior do Gemini Norte, um dos telescópios mantidos pela fundação norte-americana, em 1998 (ao lado)



CARREIRAS

Protagonismo jovem

Com oferta de serviços em diferentes áreas, empresas juniores trabalham para impulsionar o empreendedorismo no país

Em tempos de crescente valorização do empreendedorismo, as empresas juniores têm conquistado cada vez mais espaço na promoção de novos negócios. Fundadas como associações sem fins lucrativos e mantidas exclusivamente por graduados de instituições de ensino superior públicas e privadas, elas complementam o aprendizado prático de estudantes, aproximando-os do mercado de trabalho, e oferecem serviços com custos mais acessíveis aos seus clientes.

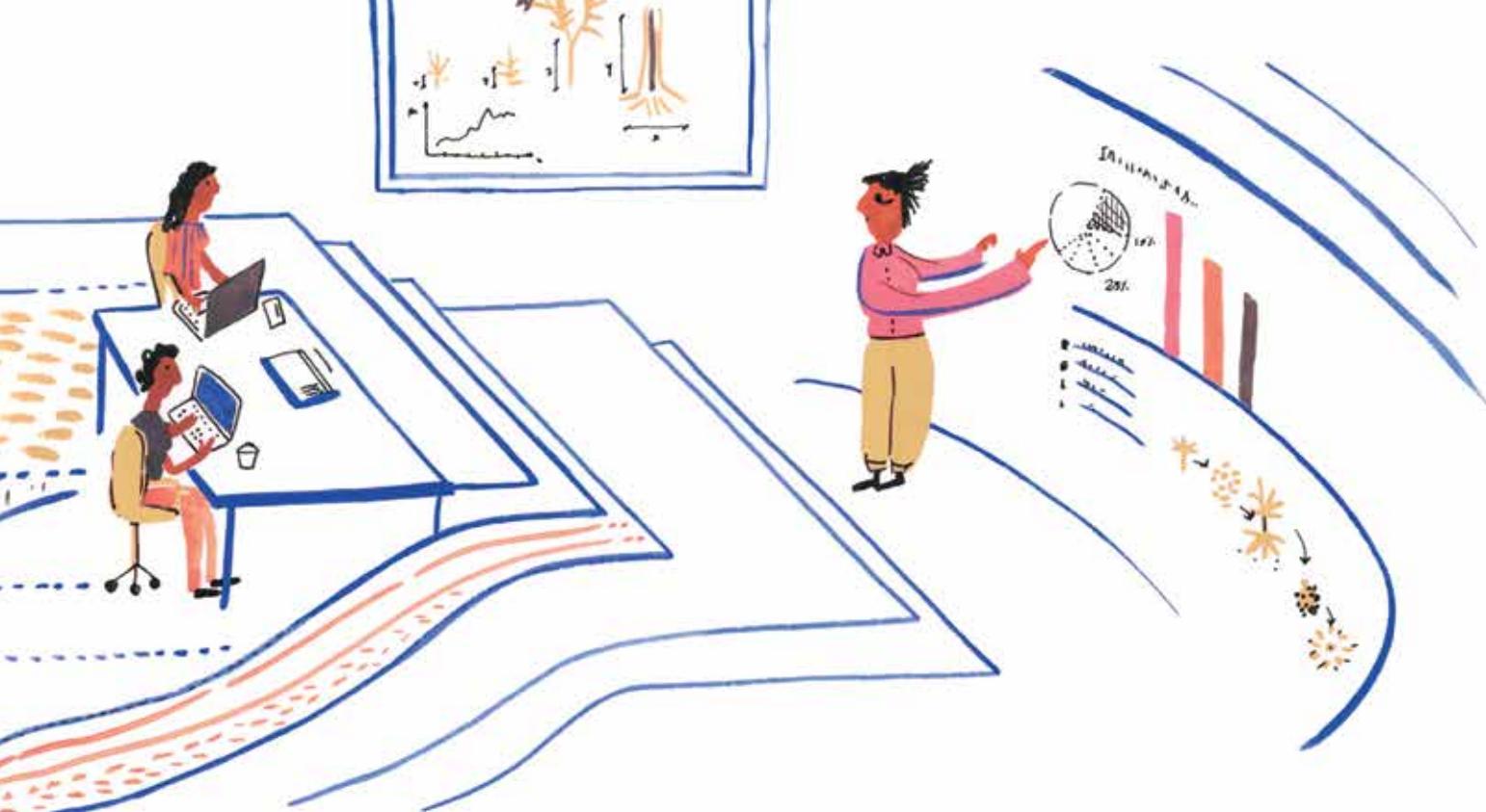
“A formação que se dá pela vivência empresarial vem ao encontro do nosso

propósito de tornar o Brasil um país mais empreendedor”, afirma André Bombonati, 21 anos, presidente da Federação das Empresas Juniores do Estado de São Paulo (Fejesp). De acordo com dados da Brasil Júnior, confederação que representa as empresas do setor em âmbito nacional, o país tem 1.140 organizações federadas, com faturamento total de R\$ 44,8 milhões em 2019. A entidade estima em 23 mil o número de alunos participantes, ocupando, como voluntários, postos que vão desde trainee à presidência das instituições. Por lei, os funcionários das juniores não recebem salário. “Parte do faturamento das empresas é utilizada para custear a infraestrutura dos negócios e financiar programas de capacitação de funcionários e participação em eventos, sendo o restante reservado para uso em gestões futuras”, completa.

Criado em 1967 por estudantes da École Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales (Essec), em Paris, na França, o modelo de empresa gerida por estudantes chegou por aqui em 1988, quando foi

instituída a Empresa Júnior da Fundação Getúlio Vargas (EJFGV). Com 44 projetos e faturamento de R\$ 675 mil só no ano passado, a empresa oferece serviços de consultoria, como pesquisas de mercado, planejamento de marketing, precificação de produtos e organização financeira. “Mantemos uma média de 65 funcionários, distribuídos entre todas as áreas da empresa”, resume Lucca Ribeiro Ferreira Sampaio, 20 anos, presidente da EJFGV e aluno do curso de administração de empresas da instituição. A concorrência para conseguir uma vaga na empresa é acirrada. Na última seleção, ocorrida em agosto, foram 398 alunos inscritos e 16 aprovados. “A seleção segue os mesmos padrões do mercado, com a realização de provas, dinâmicas de grupo e entrevistas”, explica Sampaio. A empresa também foi responsável por estabelecer o Movimento Empresa Júnior (MEJ) no Brasil, encarregado de regulamentar e definir planos estratégicos comuns para a rede de organizações federadas.

Desde que surgiu, o movimento enfrenta o desafio de ampliar



a fundação de empresas juniores nas instituições de ensino privadas. “Hoje, 89% das juniores estão ligadas a universidades públicas”, ressalta Bombonati, da Fejesp. O fato de muitas das faculdades particulares atuarem exclusivamente como instituições de ensino, além de possuírem alunos que conciliam atividades de trabalho e estudo, contribui para essa presença menor. “Como as empresas juniores são ligadas às pró-reitorias de extensão das instituições, responsáveis por promover a articulação entre o ensino, a pesquisa e as demandas da sociedade, acabam ficando restritas às que se dedicam a esse pilar”, completa. O crescimento dos cursos de educação a distância (EAD) também restringe a formatação de empresas desse tipo.

Há também o esforço de diversificar as áreas de atuação das empresas administradas por estudantes, bem como os cursos a que elas estão vinculadas. “Existe uma visão errônea de que o empreendedorismo é um processo exclusivo da área de negócios. Empreender é fundamental em todas as áreas do conhecimento”, avalia Marcelo Nakagawa, professor do Instituto de Ensino e Pesquisa (Insper). Ao destacar presença mais acentuada do tema nas faculdades de administração, economia

e engenharia, por exemplo, Nagakawa lembra que a vivência empreendedora amplia as possibilidades de atuação profissional de alunos de diferentes cursos. “A relação com outros empresários traz novas formas de se pensar a carreira”, afirma.

CONSULTORIA

Apesar de atuar em áreas distintas, a grande maioria das empresas juniores tem a consultoria como principal oferta de serviços. Instalada na Universidade Federal do Amazonas (Ufam), em Manaus, a Empresa Júnior de Consultoria Florestal (Emcof) fornece assessoria na área florestal e atende produtores rurais que atuam no estado. Dentre os serviços oferecidos estão análises socioambientais, topográficas e de solo, educação ambiental, produção de mudas e paisagismo. Desde que surgiu, há cinco anos, a empresa vem se especializando na efetivação de inscrições do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), registro obrigatório para obtenção de regularidade ambiental de propriedades rurais. “Reunimos dados como relevo, tamanho do terreno e mapeamos áreas de reserva legal e de proteção permanente. Também verificamos a ocorrência de desmatamento”, afirma Willian

Oliveira dos Santos, 22 anos, diretor comercial e de marketing da empresa. “Depois, trabalhamos na construção dos mapas e inserimos essas informações no sistema.” Com 44 projetos realizados e faturamento de R\$ 20 mil no ano passado, a empresa conta com 10 funcionários e utiliza as redes sociais como principal plataforma de divulgação dos serviços.

Dedicada à prestação de serviços de gestão e consultoria empresarial, a UFABC Jr., da Universidade Federal do ABC (UFABC), pretende se tornar a maior aceleradora formada por estudantes da região, que compreende as cidades de Santo André, São Bernardo e São Caetano, localizadas na Grande São Paulo. “Levantamos as características de cada empresa, mapeamos sua comunicação interna, como ela se organiza financeiramente e controla seus dados, além de indicadores sobre a percepção dos clientes”, explica a presidente, Catharina Paiola Magnossão, 20 anos. Fundada há quase uma década, a UFABC Jr. apresentou faturamento de R\$ 103 mil em 2019, obtidos a partir de 27 projetos e 25 clientes. Para dar conta dos trabalhos, 21 funcionários se dividem entre as áreas de vendas, marketing digital, projetos, financeira, jurídica e gestão de pessoas. “Temos



Objetivos das empresas juniores

- Compartilhar experiências em ambiente de trabalho cooperativo
- Desenvolver habilidades de gestão e liderança entre estudantes de graduação
- Ofertar serviços de baixo custo
- Contribuir para o aumento da competitividade de empresas de pequeno e médio portes

FONTE: MOVIMENTO BRASIL JÚNIOR/FEJESP

uma atuação muito forte em prospecção ativa de vendas, ou seja, não contamos apenas com o marketing digital para conseguir novos contratos”, explica.

Já a IAG Júnior, organização ligada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), encontrou na área de astronomia uma oportunidade de diversificar sua atuação e ofertar serviços que vão além da consultoria. Em atividade desde 1997, a empresa oferece programas de divulgação científica para escolas de ensino básico por meio de palestras, oficinas, atividades de observação noturna e instrumentação, como assistência ao uso de telescópios, por exemplo. “Trabalhamos principalmente com escolas particulares. Além de manterem verbas para esse tipo de ação, seus currículos são mais flexíveis”, explica João Paulo Alves, 22 anos, conselheiro da empresa.

EMPREENDEDORISMO EM REDE

Com a intenção de aproximar as diferentes empresas juniores

existentes no Brasil, discutir objetivos comuns e trocar experiências, encontros regionais e nacionais são frequentes entre os jovens empresários. Em sua 26ª edição, realizada em setembro do ano passado, o Encontro Nacional de Empresas Juniores (Enej) reuniu mais de 5 mil estudantes de diversas regiões do país em Gramado, no Rio Grande do Sul.

“Esses eventos são a oportunidade que temos para nos conectar e compartilhar projetos, o que cria uma governança mais integrada e afinada em objetivos”, explica Isabel Fazio de Carvalho, 19 anos, vice-presidente da FEA Júnior, empresa da Faculdade de Economia e Administração (FEA) da USP, responsável pela realização de 73 projetos em 2019, com faturamento de R\$ 830 mil. Estudante do segundo ano de administração, Carvalho já conhecia o movimento antes mesmo de iniciar a graduação. “O que mais me inspirou foi o entusiasmo dos estudantes e a vontade de transformar o Brasil em um país mais empreendedor”, finaliza. ■

Sidnei Santos de Oliveira

Na teia do rock

Bióloga homenageia músicos de bandas famosas ao descrever novas espécies de aranhas

A pesquisadora do Instituto Butantan Cristina Anne Rheims tornou-se famosa entre artistas e fãs de heavy metal. Em 2019, após descobrir quatro novas espécies de aranhas provenientes de matas de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, a cientista decidiu batizá-las com nomes de vocalistas de bandas conhecidas desse gênero musical. “Como sou muito fã de rock, aproveitei a oportunidade para homenagear músicos que admiro”, explica a bióloga paulistana de 46 anos.

As novas aranhas descobertas por Rheims são da família Sparassidae, investigada por ela desde 2003, quando iniciou seu doutorado em ciências biológicas no Instituto de Biociências

da Universidade de São Paulo (IB-USP). Os quatro roqueiros homenageados são André Matos (1971-2019), vocalista das bandas brasileiras Viper, Angra e Shaman; Bruce Dickinson, da britânica Iron Maiden; Klaus Meine, da alemã Scorpions; e Rick Allen, baterista da britânica Def Leppard. Os nomes científicos foram respectivamente definidos como *Extraordinarius andrematosi*, *Extraordinarius brucedickinsoni*, *Extraordinarius klausmeinei* e *Extraordinarius rickalleni*. “Dei esse nome ao gênero por serem artistas realmente extraordinários”, informa.

Com tamanho médio de 1,5 centímetro (cm) – podendo chegar a 2 cm considerando as pernas –,

as aranhas descobertas por Rheims vivem em matas de regiões neotropicais, têm hábitos noturnos e não oferecem risco ao ser humano. Devido à impossibilidade de identificar uma nova espécie com precisão, durante pesquisas de campo, as aranhas são recolhidas para posterior análise em laboratório. “Em geral, a comprovação de que se trata de uma nova espécie é obtida com a análise da genitália. Assim como uma impressão digital, ela é única em cada animal”, diz a pesquisadora.

A repercussão das aranhas catalogadas por Rheims foi grande entre os fãs das bandas e os próprios artistas, tendo o estudo sido noticiado em diversos sites e emissoras de rádio em pelo menos 16 países, a maioria deles da Europa. “Rick Allen e Klaus Meine, por exemplo, chegaram a agradecer a homenagem em suas redes sociais”, lembra. A prática de batizar descobertas científicas com nomes de celebridades é algo comum entre cientistas. Artistas como David Bowie (1947-2016) e Angelina Jolie são exemplos de personalidades cujos nomes foram usados para batizar espécies de aracnídeos. “Existe um gênero inteiro de aranhas chamado *Orsonwelles*, em homenagem a Orson Welles [1915-1985], cujas espécies levam nomes de filmes do diretor”, completa. Antes disso, Rheims e colaboradores já haviam homenageado o ator Arnold Schwarzenegger e o filme *O Predador* com o nome *Predatoronoops schwarzeneggeri* dado a uma aranha da família Oonopidae.

Distribuídas entre 120 famílias e 4.157 gêneros, atualmente existem cerca de 48.500 espécies de aranhas catalogadas em todo o mundo. Desde que começou a desenvolver pesquisa no Instituto Butantan, em 1996, Rheims foi responsável pela descrição de 246 novas espécies e oito novos gêneros. “Como existem muitas espécies de aranhas que ainda são desconhecidas, com certeza veremos outras homenagens pela frente”, finaliza. ■

S. S. O.



Cristina Anne Rheims já descreveu mais de duas centenas de novas espécies de aranhas

REGISTRATION
FEES POSTPONED
UNTIL

**JUNE 30th
2020!**

**July
15th-18th
2020**



**Congress of the Brazilian Society
for Cell Biology**

Maksoud Plaza Hotel - São Paulo - Brazil

SBBC
Sociedade Brasileira
de Biologia Celular

**2nd deadline for submission of abstracts postponed to
June 23rd 2020! Analysis starting on July 1st 2020**

Information:

21 3326.3320 sbcc2020@interevent.com.br

interevent
Planejamento & Execução de Eventos

Maritz
Globus Serviços Globais

O QUE A CIÊNCIA BRASILEIRA PRODUZ, VOCÊ ENCONTRA AQUI



12 edições por R\$ 100
Condições especiais para
estudantes e professores

Pesquisa
FAPESP

REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR » ASSINATURASPESQUISA@FAPESP.BR

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, 13h

revistapesquisa.fapesp.br/podcasts



NAS BANCAS E LIVRARIAS
revistapesquisa.fapesp.br