

Pesquisa

FAPESP

MARÇO DE 2022 | ANO 23, N. 313

BCG Tuberculose	Paralisia Infantil (VIP)	PENTA(DTP+Hib+HepB)	ROTAVIRUS	PNEUMOCOCCO
1ª dose	1ª dose	1ª dose	1ª dose	1ª dose
Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
Cód.	Cód.	Cód.	Cód.	Cód.
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.
Hepatite B	Paralisia Infantil (VIP)	PENTA(DTP+Hib+HepB)	ROTAVIRUS	PNEUMOCOCCO
1ª dose	2ª dose	2ª dose	2ª dose	2ª dose
Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
Cód.	Cód.	Cód.	Cód.	Cód.
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.
Hepatite A	Paralisia Infantil (VIP)	PENTA(DTP+Hib+HepB)	Sarampo/caxumba/rubéola	PNEUMOCOCCO
Dose única	3ª dose	3ª dose	Reforço	Reforço
Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
Cód.	Cód.	Cód.	Cód.	Cód.
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.
Febre Amarela	Paralisia Infantil (VOP)	Difteria/Tétano/Coqueluche		
Dose inicial	1º Reforço	1º Reforço		
Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
Cód.	Cód.	Cód.	Cód.	Cód.
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.
Febre Amarela	Paralisia Infantil (VOP)	Difteria/Tétano/Coqueluche		
Reforço único	2º Reforço	2º Reforço		
Lote	Lote	Lote	Lote	Lote
Cód.	Cód.	Cód.	Cód.	Cód.
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.	Rg. Prof.

IMUNIZAÇÃO INFANTIL EM QUEDA

Menor cobertura vacinal desde 2016 deixa crianças expostas a infecções preveníveis

Covid: a importância da publicação de preprints; avanços rumo a uma vacina contra todos os coronavírus

Ações afirmativas enfrentam barreiras para se consolidar na pós-graduação

Cinzas da erupção de Tonga são vistas 27 km acima de São Paulo

Estudos em história fiscal trazem novas interpretações sobre a formação do Brasil

Jogos digitais podem ser uma ferramenta útil em sala de aula

O médico Sergio Tufik alerta sobre os perigos da privação de sono

RÁTICAS QUESTIONÁVEIS JUSTIÇA
DIVERSIDADE TRANSPARÊNCIA
CUSTO DE PUBLICAÇÃO EQUIDADE
ÉTICA SISTEMA DE RECOMPENSAS
REPRODUTIBILIDADE CIÊNCIA ABERTA
ARTIGO RETRATADO EQUIDADE
FRAUDES CONDUTA RESPONSÁVEL
MAGENS ADULTERADAS CONLUIO
POLÍTICAS BASEADAS EM EVIDÊNCIAS
FABRICAÇÃO DE DADOS JUSTIÇA
REVISÃO POR PARES RACISMO
MÁ CONDUTA PLÁGIO DIVERSIDADE
ASSÉDIO SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA
ENSAIO CLÍNICO EQUIDADE ÉTICA
CONLUIO INTEGRIDADE CIENTÍFICA
TREINAMENTO CIÊNCIA ABERTA
REVISTAS PREDATÓRIAS FRAUDES
JUSTIÇA PRÁTICAS QUESTIONÁVEIS
DIVERSIDADE TRANSPARÊNCIA
EQUIDADE CUSTO DE PUBLICAÇÃO
ÉTICA SISTEMA DE RECOMPENSAS
CIÊNCIA ABERTA REPRODUTIBILIDADE

Pesquisa
FAPESP

ASSINE A NEWSLETTER DE

INTEGRIDADE CIENTÍFICA

DE PESQUISA FAPESP

Acompanhe os destaques no novo boletim mensal
sobre boas práticas em pesquisa

Assine a newsletter em bit.ly/BoletimPesqFapesp
e conheça as outras opções que oferecemos



revistapesquisa.fapesp.br

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



Além da paisagem

Ver um tem-tem-de-dragona-vermelha (*Tachyphonus phoenicius*) na ilha de Marajó não é só uma cena bonita. A presença da ave típica de ambientes abertos, participando ativamente da dinâmica de dispersão de sementes ao comer um fruto, é um lembrete da diversidade de formações vegetais que compõem a Amazônia. Dados de localização, coletados por pesquisadores ou por cidadãos observadores, ajudam o biólogo Leonardo Miranda na construção de modelos que preveem onde espécies podem existir. A modelagem é uma ferramenta útil para delinear estratégias de conservação e avaliar efeitos das mudanças climáticas.

Imagem premiada em 2021 pelo concurso Amazoniar, do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), e enviada por Leonardo Miranda, professor na Universidade Federal de Roraima

3 FOTOLAB
6 COMENTÁRIOS
7 CARTA DA EDITORA

8 BOAS PRÁTICAS
Checklist orienta a escolha de revistas científicas idôneas

11 DADOS
Formação de doutores tem queda expressiva em 2020

12 NOTAS
17 NOTAS DA PANDEMIA

COVID-19
18 Começam ensaios clínicos com candidatas à vacina contra múltiplos coronavírus

22 Humanos infectaram animais com o Sars-CoV-2 e dois deles transmitiram o vírus para pessoas

24 *Preprints* ganham espaço e mostram qualidade na pandemia

ENTREVISTA
26 Médico Sergio Tufik fala dos prejuízos da privação de sono

CAPA
32 A pandemia aprofundou queda na imunização, que caiu 65% em alguns estados em 2020

FORMAÇÃO ACADÊMICA
40 Ações afirmativas enfrentam entraves na pós-graduação brasileira

DIFUSÃO
45 *Papers* selecionados para divulgação na imprensa têm mais repercussão

CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
48 Pluma de erupção em Tonga é observada 27 quilômetros acima de São Paulo

GEOLOGIA
52 Areias do rio São Francisco originaram as dunas de Xique-Xique, na Bahia, nos últimos 100 mil anos

FÍSICA
54 Estudo propõe correção que poderia tornar a relatividade compatível com a mecânica quântica

NEUROCIÊNCIA
56 Minicérebros simulam um tipo de epilepsia que não responde a tratamento

Pesquisa 313
FAPESP



PRIMATOLOGIA

58 Exame de DNA confirma espécie do sagui-pigmeu coletada dois séculos atrás na Amazônia

EDUCAÇÃO

62 Jogos digitais podem auxiliar os processos de aprendizagem em sala de aula

ENGENHARIA AERONÁUTICA

69 Startup planeja fabricar aviões turboélices para atender pequenas cidades do país

BIOTECNOLOGIA

72 Embrapa obtém aprovação para variedades de cana editadas com a técnica Crispr

HISTÓRIA FISCAL

76 Estudos sobre tributação e gastos públicos ajudam a entender a formação do Brasil

PEDAGOGIA

81 Embates teóricos e conflitos políticos influenciaram o ensino da matemática

LITERATURA

86 Pesquisa investiga literatura infantil russa das décadas de 1920 e 1930

Gravura *Venda no Recife* (circa 1835), de Johann Moritz Rugendas, mostra comércio na capital pernambucana (HISTÓRIA FISCAL, P. 76)

Capa
LÉO RAMOS CHAVES

OBITUÁRIO

89 Enéas Salati (1933-2022)

90 MEMÓRIA

José da Silva Lisboa adaptou teorias europeias à economia brasileira do início do século XIX

94 RESENHA

África, margens e oceanos – Perspectivas de história social, de Lucilene Reginaldo e Roquinaldo Ferreira (orgs.). Por Maria Helena P. T. Machado

95 CARREIRAS

Modernização de currículo e novas demandas da indústria são desafios à graduação em engenharia

98 PERFIL

Estudante de medicina é premiada pela descoberta de asteroides em programa da Nasa

BRASIL 200 ANOS

A partir desta edição, *Pesquisa FAPESP* terá reportagens sobre fatos ocorridos no contexto da Independência. Os textos terão o selo acima.

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

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



▶ **Uma vacina brasileira contra a Covid-19?**

Projetos avançam em laboratórios do país para desenvolver um imunizante que não dependa de insumos do exterior
bit.ly/igVVacinaBR



▶ **Por que as dunas crescem?**

Experimentos sugerem que as dunas em forma de meia-lua podem se deslocar e interagir de cinco modos distintos
bit.ly/igVDunas

PODCAST

A construção da diversidade


Edição especial discute o impacto das ações afirmativas nas universidades e na ciência do Brasil
bit.ly/igPBR5fev22

CONTATOS


revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

 PesquisaFapesp


 PesquisaFapesp

 pesquisa_fapesp

 @pesquisa_fapesp

 PesquisaFAPESP

 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

PARA ANUNCIAR

Contate: Paula Iliadis
E-mail:
publicidade@fapesp.br

EDIÇÕES ANTERIORES

Preço atual de capa
aumentado devido ao 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*.
E-mail:
mpiliadis@fapesp.br

COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br



Textos em inglês

O mais viável é a publicação bilingue de todos os artigos e um apoio maior na tradução por parte das instituições (“Idioma em baixa”, edição 312).

André Luiz

Por um lado, isso é bom, pois aumenta nossa capacidade de interlocução com uma comunidade internacional. Por outro, é ruim, pois limita o acesso de uma comunidade nacional.

Nelson Sanjad

Se eu me esforço por anos trabalhando em uma pesquisa, quero que o resultado tenha a maior abrangência possível.

Henrique Oliveira

Inglês dá maior visibilidade e alcance. É positivo para artigos indexados e publicados em meios de divulgação de qualidade e de destaque. Publicar em português é bom para alunos e para quem está iniciando e “evoluindo” na carreira científica, serve para dar uma

divulgação mais ampla da ciência no país. Há lugar para ambos.

Fernando Santos Osorio

André Rauen

Ótima entrevista com André Rauen (“Pesquisa orientada a missões”, edição 311). Foram abordados temas extremamente importantes.

José Afonso Oliveira Júnior

Vídeos

Eu já tinha vontade de ler os livros de Carolina Maria de Jesus, depois desse vídeo a minha vontade só aumentou (“Poética da diáspora”).

Beatriz Vilas Bôas

Estudar em microescala e extrapolar (“Por que as dunas crescem”). Boa tática! Parabéns pelo projeto.

Cícero Renê Jr.

Daqui a cinco anos veremos o começo da fantástica viagem em direção a Titã (“A busca por sinais de vida em uma lua de Saturno”).

Allan Maia

Muito legal o conteúdo do vídeo “Uma falha no campo magnético da Terra passeia sobre o Brasil”.

Rafael Volpe

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

Reportagem que você lê no site de *Pesquisa FAPESP*

bit.ly/igInundacoes

Ocupação de áreas de risco e precariedade das estruturas de atendimento a emergências ampliam o impacto das chuvas de verão, cada vez mais intensas



Uma tempestade se forma sobre a cidade de Belém, no Pará, em janeiro de 2020

LEO RAMOS CHAVES

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

Dimas Tadeu Covas, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria Poveda Velasco, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Thelma Krug, Vanderlan da Silva Bolzani

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa

ISSN 1519-8774

COMITÊ CIENTÍFICOLuiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Angela Maria Alonso, Carlos Américo Pacheco, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Figueiras de Azevedo, José Roberto de Franca Arruda, Lillian Amorim, Lucio Angnes, Luciana Harumi Hashibá Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Marta Teresa da Silva Arrêche, Richard Charles Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Rui Monteiro de Barros Maciel, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli**COORDENADOR CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Política C&T*), Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*), Maria Guimarães (*Site*)**REPÓRTERES** Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade**REDATORES** Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveirado Prado (*Mídias Sociais*)**ARTE** Claudia Warrak (*Editora*),Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (*Designers*), Alexandre Afonso (*Editor de infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*), Amanda Negri (*Coordenadora de produção*)**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**RÁDIO** Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro**COLABORADORES** Ana Matsusaki, Ana Paula Orlandi, Bruno de Piero, Diego Viana, Eduardo Geraque, Frances Jones, Joana Santa Cruz, Jônatas Moreira, Juliana Russo, Leonardo Miranda, Maria Helena P.T. Machado, Meghie Rodrigues, Sarah Schmidt, Sidnei Santos de Oliveira, Sinésio Pires Ferreira, Suzel Tunes**REVISÃO TÉCNICA** Ana Maria Fonseca de Almeida, Cello Haddad, Claudia Mendes de Oliveira, Daniel Martins de Souza, Fábio Kon, Francisco Laurindo, João Luiz Azevedo, Lillian Amorim, Maria Beatriz Florenzano, Nathan Berkovits, Paulo Artaxo, Ricardo Hirata e Walter Colli**MARKETING E PUBLICIDADE** Paula Iliadis**CIRCULAÇÃO** Clair Marchetti (*Gêrente*), Aparecida Fernandes e Greice Fojiani (*Atendentes de assinaturas*)**OPERAÇÕES** Andressa Matias**SECRETARIA DA REDAÇÃO** Ingrid Teodoro

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

TIRAGEM 30.250 exemplares**IMPRESSÃO** Plural Indústria Gráfica**DISTRIBUIÇÃO** RAC Mídia Editora**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

Queda preocupante

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Após um começo lento, o Brasil está hoje entre os 10 países com a maior porcentagem da população vacinada contra a Covid-19. Rotineiramente, o Programa Nacional de Imunizações (PNI) do Sistema Único de Saúde (SUS) oferece 29 vacinas sem custo para a população. O bem-sucedido PNI praticamente atingiu a cobertura universal entre 2010 e 2015, isto é, nesse período as vacinas foram aplicadas a uma proporção grande o suficiente de crianças para controlar ou eliminar certas doenças graves.

De 2015 em diante, as taxas de imunização caíram no país, tema destacado em reportagem de capa desta revista em agosto de 2018. Os números para aquele ano apresentaram pequena melhora, mas a tendência de declínio manteve-se depois. A partir de 2020, com as restrições impostas pela pandemia do novo coronavírus, a vacinação infantil diminuiu no mundo todo, e no Brasil a aplicação de alguns imunizantes chegou a apresentar queda de 65% em alguns estados.

Muitas das perguntas feitas em 2018 ainda não foram respondidas, mas estudos recentes ajudam a compreender melhor o problema. A queda não é homogênea no país, e a identificação de bolsões de municípios mais afetados permite a adoção de estratégias para intervenções mais direcionadas, mostra o editor especial Ricardo Zorzetto (*página 32*).

O enfrentamento da Covid-19 beneficiou-se da circulação veloz de resultados de pesquisa. Editoras criaram vias rápidas para publicar artigos sobre essa temática e cresceu o uso de repositórios de *preprints* – *papers* científicos não submetidos a um processo de revisão por pares. Um balanço de alguns estudos sobre essa forma de divulgação

de resultados mostra que a priorização da rapidez não trouxe um significativo impacto negativo sobre sua qualidade (*página 24*). Uma ressalva importante é que essas análises se basearam no subgrupo de *preprints* que posteriormente passaram pelo crivo dos pares e foram publicados como artigos, não se aplicando a todo o universo de *preprints* sobre o novo coronavírus.

Da empresa nacional que aposta na volta dos aviões turboélices para uso em voos regionais (*página 69*) às plumas de poluição atmosférica localizadas sobre a cidade de São Paulo originárias da erupção de um vulcão submarino próximo ao arquipélago de Tonga, na Oceania (*página 48*), a edição deste mês exemplifica a diversidade de áreas de interesse da pesquisa científica e tecnológica. Um tema que já desponta no elenco de pautas é o bicentenário da Independência do Brasil, presente na reportagem sobre aspectos da história fiscal do país (*página 76*) e a seção Memória, que trata de José da Silva Lisboa, o visconde de Cairu (*página 90*). Grande defensor do liberalismo, procurou adaptá-lo às condições brasileiras, sem, no entanto, deixar de seguir seus princípios fundamentais.

Crianças e jovens, principais vítimas da queda na cobertura vacinal, são protagonistas de duas outras reportagens da edição. Jogos eletrônicos desenvolvidos por grupos de pesquisa em áreas que vão da matemática à saúde, passando por história, podem enriquecer a experiência de alunos em sala de aula (*página 62*). Por último, um passeio pela literatura infantil russa da primeira metade do século XX, editada em obras de grande preocupação estética, como mostram as reproduções que acompanham nosso texto (*página 86*).

BOAS PRÁTICAS



Cuidados para se esquivar de revistas predatórias

Site fornece um checklist para orientar pesquisadores na escolha de periódicos científicos idôneos

Uma ferramenta disponível na internet vem ganhando usuários e apoiadores por sua habilidade em ajudar pesquisadores na escolha de revistas científicas idôneas para publicar seus *papers*. O site Think.Check.Submit (thinkchecksubmit.org) enumera uma lista de cuidados capazes de evitar que um autor desavisado ceda à propaganda enganosa dos chamados periódicos predatórios, títulos de baixa reputação que disseminam artigos em troca de dinheiro sem fazer uma avaliação por pares genuína.

O nome do site resume as etapas capazes de orientar uma escolha consistente. O primeiro passo (*pense*) é retórico e apenas chama a atenção para o perigo dos títulos predatórios e a importância de identificar periódicos e editoras confiáveis. A segunda etapa (*verifique*) é o checklist propriamente dito. O pesquisador é instado a responder a uma série de perguntas sobre a revista que está sendo considerada. Parte das questões diz respeito à reputação e às características do periódico: você o conhece? Já leu algum artigo publicado nele? O nome da revista é fácil de confundir com o de outra?

Um segundo bloco de perguntas examina se a publicação é acessível: o nome da editora está claramente informado no site da revista? É possível contatá-la por telefone, e-mail ou correio? Outro foco do checklist é o processo de revisão por pares, cujo rigor busca identificar erros e rejeitar artigos sem consistência. O site da revista menciona se a avaliação do conteúdo dos *papers* envolve revisores externos e independentes? Quantos revisores avaliam cada artigo? Duas questões desse rol merecem atenção específica por indicar uma prática irregular típica das revistas predatórias, que é a ausência de uma autêntica revisão por pares: o periódico oferece garantia de publicação? A análise do manuscrito é realizada em prazo muito curto? Há, também, perguntas sobre a possibilidade de depositar uma cópia do artigo em repositórios de acesso aberto e a existência de diretrizes sobre possíveis conflitos de interesse para autores, revisores e editores.

Por fim, o autor deve verificar se o periódico é afiliado a instituições que zelam por boas práticas de publicação, como o Committee on Publication Ethics (Cope), fórum de editores sediado no Reino Unido dedicado à formulação de normas sobre integridade científica, ou o Diretório de Revistas de Acesso Aberto (Doaj), composto por periódicos de acesso aberto que respeitam requisitos mínimos de qualidade. “Um ‘não’ para essa pergunta levanta uma bandeira vermelha, porque as organizações listadas realizam verificações rigorosas sobre a integridade de revistas ou editoras antes de aceitá-las como membros”, explicou a bibliotecária inglesa Lorraine Estelle, chefe de comunicações do Think.Check.Submit, em um artigo publicado no site do Cope.

A última etapa (*submeta*) é curta e simples: os pesquisadores são aconselhados a submeter seus trabalhos apenas se estiverem confortáveis com as respostas para a maioria ou para todas as indagações do checklist.

O serviço existe desde 2015 e foi fundado por nove instituições, entre as quais o Cope, editoras como a Springer Nature e a Biomed Central, e a Associação das Bibliotecas de Pesquisa da Europa – hoje também é apoiado por diversas organizações que promovem o acesso aberto de publicações científicas. Aos poucos, foi expandindo seu alcance. Atualmente, o checklist é oferecido em mais de 40 idiomas e recentemente ganhou uma nova versão, talhada para orientar autores que desejam publicar livros em vez de artigos. Também passou a ser adotado em materiais de programas de treinamento em integridade científica, como o da Universidade de Tecnologia do Texas (TTU), nos Estados Unidos.

Segundo Estelle, o checklist foi idealizado para auxiliar autores de *papers* a fazer escolhas conscientes. “Nosso site fornece um recurso único para uso de pesquisadores. A preparação para publicar um resultado de pesquisa pode ser assustadora, especialmente se for pela primeira vez”, afirma. Ela explica que a principal estratégia para identificar periódicos desonestos – a consulta a listas disponíveis na internet que compilam títulos suspeitos – revelou-se problemática. “Algumas dessas listas seguem critérios subjetivos e incluem editores que não têm intenção de enganar ninguém, embora careçam de recursos para melhorar seus padrões editoriais ou técnicos.”

A rapidez com que surgem novos periódicos predatórios faz com que essas listas estejam sempre desatualizadas. Um estudo publicado em 2014 por dois pesquisadores da Escola de Economia Hanken, na Finlândia, estimou em 8 mil o número de revistas predatórias naquela época. Muitas desaparecem assim que são identificadas, outras surgem em tópicos de pesquisa emergentes. Já um relatório divulgado em 2021 pela empresa norte-americana Cabell International apontou 15.059 periódicos inidôneos.

Em um texto publicado no site da Think.Check.Submit, a bioquímica espanhola Iratxe Puebla destaca um novo front de cooptação de autores apropriado pelas revistas predatórias: os repositórios de *preprints*. É comum que *preprints*, manuscritos com resultados preliminares ainda não submetidos à avaliação por pares, sejam avaliados posteriormente por revisores e se transformem em artigos publicados em revistas. Pois os autores desses trabalhos vêm sendo abordados por revistas inidôneas com ofertas para publicação dos resultados. “Os periódicos predatórios são descarados em suas práticas”, afirma Puebla, que é diretora associada do ASAPbio, organização criada em 2015 para promover o uso de *preprints* nas ciências da vida. Segundo ela, periódicos desonestos costumavam convidar autores a escrever sobre temas que haviam abordado em artigos anteriores. Com os *preprints*, o assédio ficou mais fácil.

Os cuidados do checklist também são válidos para os autores de *preprints*, mas Puebla chama a atenção para outros tópicos suspeitos. Se o e-mail de contato não tratar o autor pelo nome ou não tiver a assinatura de um editor, possivelmente não se trata de um convite real, mas de um estratagema para obter informações sobre o pesquisador. Da mesma forma, se o e-mail não incluir comentários específicos sobre o trabalho descrito no *preprint*, é provável que o remetente nem sequer tenha lido o conteúdo. ■

Fabrcio Marques

Assédio derruba conselheiro científico de Biden

P principal conselheiro científico da presidência dos Estados Unidos, o biólogo e matemático Eric Lander, de 65 anos, renunciou ao cargo em meio a acusações de assédio moral. Uma investigação que durou dois meses concluiu que o chefe do Escritório de Política Científica e Tecnológica (OSTP) da Casa Branca mantinha “interações desrespeitosas” com seu estafe, principalmente o feminino. “Lander praticava retaliação contra membros da equipe que faziam contestações e questionamentos, ofendendo-os, diminuindo-os, constrangendo-os na frente dos colegas e rindo deles”, disse Rachel Wallace, ex-conselheira-geral do OSTP, de acordo com o site Político. “Várias mulheres foram levadas às lágrimas, traumatizadas, sentindo-se vulneráveis e isoladas”, informou. Segundo ela, as represálias culminavam com o esvaziamento e o afastamento das funções daqueles que

discordavam. Catorze funcionários e ex-funcionários do Escritório descreveram episódios semelhantes.

“Estou devastado por ter causado danos a colegas no passado e no presente”, disse Lander ao apresentar a demissão. “É minha responsabilidade definir um tom respeitoso para a nossa comunidade. É claro que não estive à altura dessa responsabilidade. Falei com colegas da OSTP de maneira desrespeitosa ou humilhante.” O biólogo foi um dos principais líderes do Projeto Genoma Humano, concluído em 2003. Professor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e da Escola de Medicina de Harvard, ele ajudou a fundar e presidiu o Broad Institute, organização de pesquisa em medicina genômica fruto de uma parceria entre o MIT, a Universidade Harvard e cinco hospitais da cidade de Boston.

Em 2016, Lander envolveu-se em uma controvérsia ao criticar uma cientista da

Universidade da Califórnia que disputava uma patente com o Broad Institute. Ele minimizou o papel da pesquisadora no desenvolvimento da Crispr-Cas9, ferramenta capaz de alterar genes de qualquer célula viva, com aplicações potenciais na cura de doenças e no melhoramento genético de plantas. Tratava-se da bioquímica Jennifer Doudna. Em 2020, a contribuição dela foi reconhecida com o prêmio Nobel de Química, em parceria com a francesa Emmanuelle Charpentier. A Universidade da Califórnia e o Broad Institute travam na Justiça norte-americana uma disputa por patentes e pelo pioneirismo da tecnologia. O presidente dos Estados Unidos, Joe Biden, foi questionado pela imprensa por não ter afastado Lander do comando do OSTP durante os dois meses de investigação. Isso porque, na campanha eleitoral, ele prometeu uma política de “tolerância zero” frente a casos de assédio moral no governo.

A doença do autoplágio na Rússia

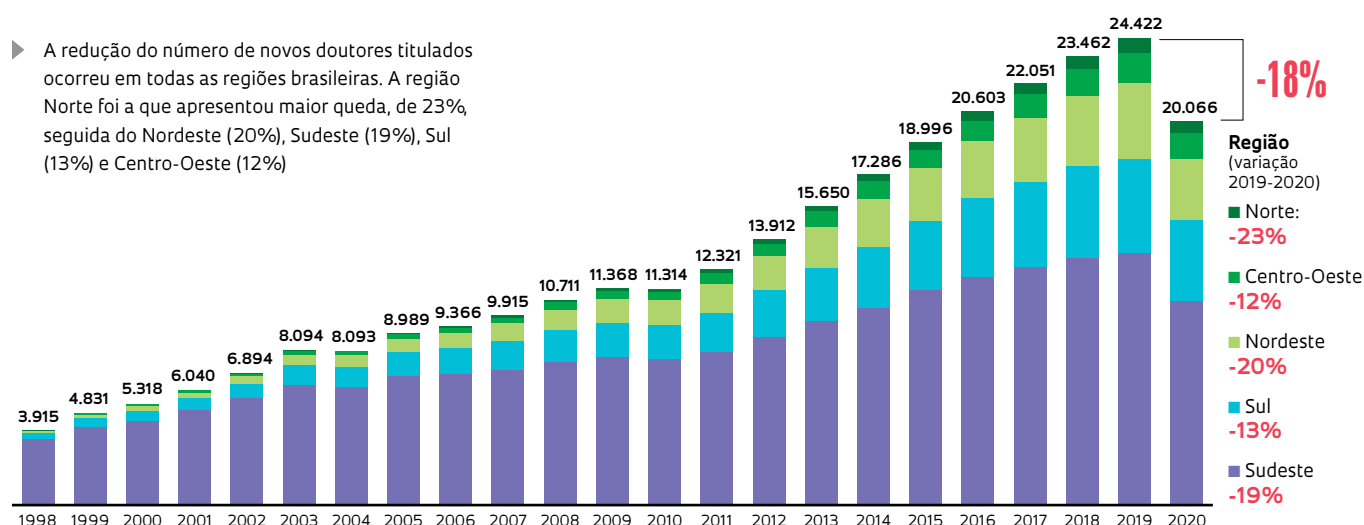
Em um artigo publicado em fevereiro no *Journal of Informetrics*, dois pesquisadores de uma empresa da Rússia especializada em detecção de plágio quantificaram um tipo de má conduta com prevalência anormal no país: a reciclagem de trabalhos científicos praticada pelos próprios autores. Yury Chekhovich e Andrey Khazov, da empresa de software Antiplagiat, sediada em Moscou, analisaram um volume de 3,8 milhões de artigos armazenados em uma plataforma on-line de periódicos russos, a eLIBRARY.RU, e encontraram mais de 70,4 mil documentos com conteúdo repetido, total ou parcialmente – quando a sobreposição do texto correspondia a pelo menos dois terços do trabalho original. A maioria dos casos era de duplicação, mas cerca de 5 mil artigos envolviam a reprodução, como se fossem novidade, mais de três vezes, havendo um exemplo de reaproveitamento em 73 ocasiões. De acordo com o levantamento, foi observado um aumento na quantidade e na proporção de publicações recicladas de 2014 a 2017 – nesse período, 1 em cada 20 *papers* de periódicos russos é uma cópia exata ou então é muito semelhante a trabalhos existentes. Chekhovich disse ao site da revista *Times Higher Education* que, com frequência, a duplicação acontece porque alguns autores têm o hábito de submeter simultaneamente um mesmo artigo a vários periódicos, o que é totalmente irregular. “Nossas revistas estão mal preparadas para lidar com as tentativas de publicar um trabalho em vários lugares”, afirmou.

▶ No primeiro ano da pandemia, 2020, houve forte queda na formação de doutores no Brasil, interrompendo uma trajetória de mais de duas décadas de crescimento. Nesse ano foram concedidos 20.066 títulos de doutorado no país, o que representou queda de 18% em relação aos 24.422 doutores titulados em 2019

▶ O atual Plano Nacional de Educação, que estabelece diretrizes, metas e estratégias para a política educacional no período de 2014 a 2024, tem, em sua meta 14, o objetivo de elevar gradualmente o número de matrículas na pós-graduação *stricto sensu*, de modo a atingir o patamar de 25 mil doutores titulados anualmente

TÍTULOS DE DOUTORADO CONCEDIDOS NO BRASIL E REGIÕES, 1998-2020

▶ A redução do número de novos doutores titulados ocorreu em todas as regiões brasileiras. A região Norte foi a que apresentou maior queda, de 23%, seguida do Nordeste (20%), Sudeste (19%), Sul (13%) e Centro-Oeste (12%)



TÍTULOS DE DOUTORADO CONCEDIDOS NO BRASIL POR GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO, 2019-2020

▶ A queda se deu em todas as grandes áreas do conhecimento, sendo maior na de ciências biológicas (-29%) e menor em ciências sociais aplicadas (-10%). As demais áreas do conhecimento apresentaram quedas próximas à da média geral, de 18%

GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO	2019	2020	TAXA DE CRESCIMENTO
Total	24.422	20.066	-18%
Ciências agrárias	2.859	2.341	-18%
Ciências biológicas	2.151	1.535	-29%
Ciências da saúde	4.352	3.537	-19%
Ciências exatas e da Terra	2.152	1.754	-18%
Ciências humanas	4.120	3.402	-17%
Ciências sociais aplicadas	2.464	2.229	-10%
Engenharias	2.254	1.888	-16%
Linguística, letras e artes	1.639	1.355	-17%
Multidisciplinar	2.431	2.025	-17%

NOTAS

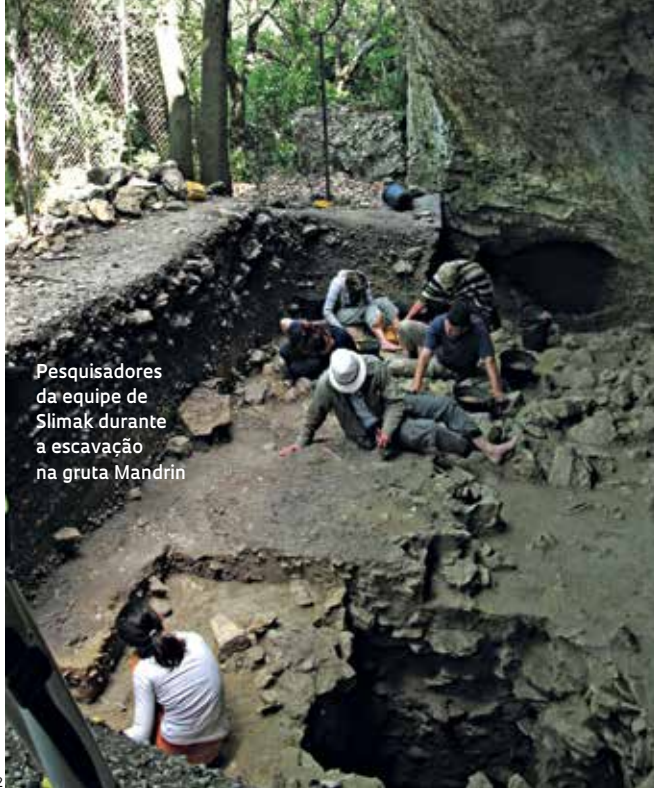
Uma conexão entre grandalhões e pequeninos

Os cães são os mamíferos com uma das maiores variações de tamanho que se conhece. As raças muito grandes, caso do dinamarquês, podem ser até 40 vezes maiores do que as bem pequenas, como os chihuahuas. Os especialistas em evolução atribuem a redução no tamanho dos cães à domesticação, iniciada há 20 mil anos. Eles partiam da ideia de que os seres humanos queriam por perto cachorros pequenos e passaram a selecionar os menores. Agora, um grupo coordenado pela geneticista Elaine Ostrander, do Instituto Nacional de Pesquisa do Genoma Humano, nos Estados Unidos, verificou que a história pode ter sido diferente.

Os pesquisadores analisaram o genoma de 230 raças de cães (*Canis lupus familiaris*) e de outras 12 espécies da família dos canídeos, entre eles, lobos, raposas e coiotes. Constataram que uma variante genética associada ao porte menor já estava presente há 54 mil anos no lobo-da-estepe (*Canis lupus campestris*). A mesma variante foi encontrada em coiotes, raposas, chacais e outros canídeos, o que sugere que tenha sido herdada de um ancestral comum (*Current Biology*, 27 de janeiro). Ela ocorre em uma região do genoma que controla a expressão do gene IGF-1, que produz um importante hormônio de crescimento.

Diferença de tamanho entre raças pode chegar a 40 vezes e é determinada por 25 genes





Pesquisadores da equipe de Slimak durante a escavação na gruta Mandrin

Neandertais e humanos se revezaram em abrigo na Europa

Um abrigo rochoso na região de Malataverne, um município de 2 mil habitantes no sul da França, guarda os registros mais antigos da presença de seres humanos anatomicamente modernos (*Homo sapiens*) na Europa. A equipe coordenada pelo arqueólogo Ludovic Slimak, da Universidade de Toulouse, encontrou vestígios humanos datados de aproximadamente 54 mil anos na gruta Mandrin, próximo ao rio Ródano: um dente de leite (molar superior) de uma criança humana e pontas de lança de diferentes tamanhos atribuídas à indústria lítica Neroniana (*Science Advances*, 9 de fevereiro). Esse material estava em uma camada com idade de 56,8 mil a 51,7 mil anos, intercalada com outras contendo dentes de mais seis indivíduos neandertais (*Homo neanderthalensis*), além de objetos líticos dessa espécie humana arcaica. Antes desse material, as evidências robustas mais antigas da presença humana na Europa datavam de 45 mil anos atrás, encontradas em três cavernas da Itália e em uma da Bulgária. A disposição do material sugere que humanos modernos e neandertais ocuparam a gruta em períodos alternados.

USP lança centro de inovação em parceria com a China

A Universidade de São Paulo (USP) assinou em janeiro um acordo de cooperação com a Universidade de Shenzhen, na China, envolvendo a criação de um centro de pesquisa orientado à inovação. A ideia é aproximar pesquisadores brasileiros e chineses por meio de projetos de colaboração, intercâmbio de professores, programas conjuntos de pós-graduação e estágios de pós-doutorado. Outra ambição do novo centro é promover ações voltadas a negócios, incluindo a criação de uma plataforma para intercâmbio de informações e oportunidades entre empresas nacionais e chinesas. As iniciativas deverão se concentrar em áreas como agricultura digital, bioeconomia, cidades inteligentes, inteligência artificial, energias renováveis e mudanças climáticas. O acordo entre a USP e a instituição chinesa se deu no âmbito do Instituto de Pesquisa Belt and Road para Cooperação Internacional e Desenvolvimento, braço da Iniciativa Belt and Road, lançada pelo governo chinês para impulsionar conexões comerciais internacionais. O novo centro terá como sede o prédio do Inova USP, em São Paulo.

3



Pacientes com lesão na medula espinhal depois de receber implante de eletrodo

Implante permite voltar a andar

Três homens que tiveram lesão na medula espinhal na altura do tronco e ficaram paraplégicos voltaram a ficar em pé, andar, nadar e controlar os movimentos do tronco. Eles foram capazes de realizar essas atividades no mesmo dia em que receberam implantes de eletrodos aprimorados para enviar aos músculos das pernas e do tórax os comandos de execução dos movimentos. O tratamento experimental é parte de um ensaio clínico conduzido na Escola Politécnica Federal de Lausanne, na Suíça. Uma análise computacional prévia informou o melhor arranjo dos eletrodos e orientou sua colocação precisa, por meio de cirurgia. A equipe coordenada pelo neurocientista francês Grégoire Courtine desenvolveu programas de computador para definir as combinações de estimulação elétrica que melhor reproduziriam a ativação natural dos neurônios motores e, assim, obter uma eficácia superior à de outras abordagens experimentais com dispositivos de estimulação elétrica já testadas (*Nature Medicine*, 7 de fevereiro).



O inquieto coração da Via Láctea

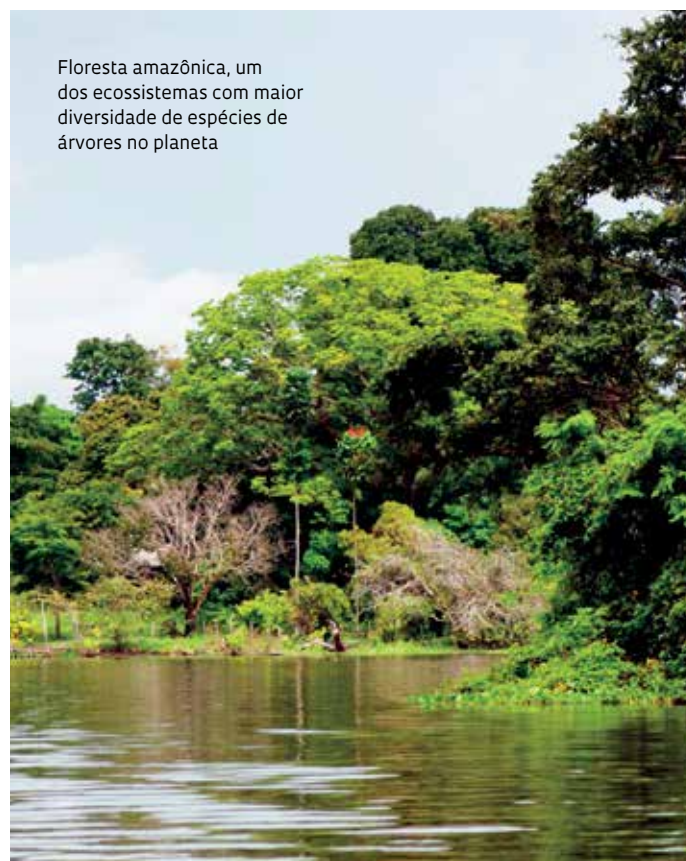
A agitação parece reinar no coração da Via Láctea, a galáxia na qual se encontra o Sistema Solar. Uma imagem em alta resolução do núcleo galáctico revela uma profusão de eventos altamente energéticos, alguns observados pela primeira vez: remanescentes de supernovas (bolhas de gás e matéria ejetadas na morte explosiva de estrelas), regiões de formação estelar, misteriosos filamentos longos e brilhantes, além de, claro, a região turbulenta em torno do Sagitário A*, o buraco negro de massa extremamente elevada que habita o centro da galáxia (*The Astrophysical Journal*, 1º de fevereiro).

A imagem lembra uma pintura abstrata e foi produzida pelo radiotelescópio MeerKAT, uma rede de 64 antenas instaladas na África do Sul. A região mapeada corresponde a um retângulo de mil anos-luz de comprimento por 600 de largura e contém algumas centenas de milhões de estrelas – a galáxia tem 100 mil anos-luz de raio e centenas de bilhões de estrelas. “Os melhores telescópios expandem nossos horizontes de maneira inesperada”, afirmou em um comunicado Fernando Camilo, astrônomo-chefe do Observatório de Radioastronomia Sul-africano (Sarao), ao qual pertence o MeerKAT.

Região em torno do buraco negro Sagitário A* (círculo alaranjado), remanescentes de supernova e filamentos na região central da Via Láctea, vistos pelo MeerKAT

Mais árvores do que o imaginado

Um estudo envolvendo mais de uma centena de pesquisadores, inclusive do Brasil, estima que existam cerca de 73 mil espécies de árvores no planeta, das quais 9,2 mil ainda estão por serem descritas (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 8 de fevereiro). O número obtido agora resulta da combinação de duas bases de dados globais, a Global Forest Biodiversity Initiative e a Treechange. Ele é 14% maior do que o atualmente aceito: 64,1 mil espécies catalogadas. A maioria das espécies desconhecidas são “raras, endêmicas dos continentes e tropicais ou subtropicais”, escreveram os pesquisadores. “Esses resultados destacam globalmente a vulnerabilidade da biodiversidade de florestas a mudanças antropogênicas, particularmente de uso da terra e do clima, porque a sobrevivência de espécies raras está desproporcionalmente ameaçada por essas pressões”, disse Peter Reich, um dos coordenadores do estudo, ao portal da Universidade de Michigan. No artigo descrevendo os resultados, os pesquisadores afirmam esperar que os dados ajudem a priorizar e subsidiar políticas públicas de conservação da biodiversidade.



Floresta amazônica, um dos ecossistemas com maior diversidade de espécies de árvores no planeta

Homenagem a Antonieta de Barros

Setenta anos após sua morte, a educadora, jornalista e escritora Antonieta de Barros (1901-1952) recebeu da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) o título de doutora *honoris causa, in memoriam*. A concessão da honraria foi unanimemente aprovada pelo Conselho Universitário da UFSC em 10 dezembro de 2021. Eleita em 1934 deputada estadual suplente em Santa Catarina, Barros foi a primeira negra a ocupar um cargo legislativo no país. Segundo Joana Célia dos Passos, professora da UFSC, o reconhecimento reforça a luta das mulheres negras em um estado “ainda tão

racista, sexista e conservador”. Segundo entrevista concedida à agência de notícias *Deutsche Welle Brasil* em 21 de janeiro, “significa questionar a narrativa de que Santa Catarina se fez hegemonicamente pelo trabalho dos imigrantes europeus”, disse Passos. Duas vezes deputada estadual, Barros lutou por pautas no campo da educação. Defendeu a estruturação da carreira de docente, o acesso de mulheres aos estudos e a criação de escolas para a população mais pobre. Foi ela a autora do projeto de lei que criou o dia do professor (15 de outubro).



A educadora catarinense, agora doutora *honoris causa, in memoriam*, pela UFSC



Mãe e dois filhos em cama com mosquiteiro impregnado com inseticida para proteger contra a malária no Quênia

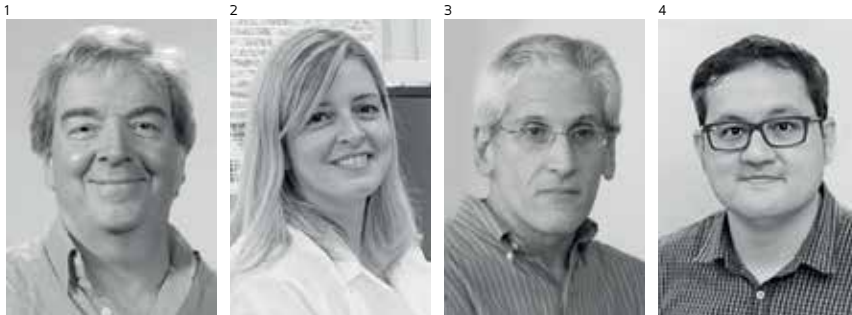
Efeitos de mosquiteiros duram décadas

Estão mais claros os benefícios de longo prazo dos mosquiteiros tratados com inseticida, adotados desde os anos 1990 como estratégia para evitar a transmissão da malária em áreas endêmicas. Além de impedir a passagem dos mosquitos transmissores do parasita que causa a doença, esses utensílios matam os insetos. Os estudos anteriores não conseguiram afastar o temor de que o uso de mosquiteiros pudesse impedir as crianças de desenvolver a imunidade e aumentar o risco de contrair malária quando adultos. Agora, um estudo coordenado pelo epidemiologista Günther Fink, da Universidade da Basileia, na Suíça, acompanhou 5.983 crianças na Tanzânia por 20 anos e verificou que o uso de mosquiteiro na infância estava associado a uma maior probabilidade de chegar vivo à idade adulta. As crianças que dormiram mais da metade das vezes sob mosquiteiros no final dos anos 1990 e início dos anos 2000 tiveram uma probabilidade 40% maior de sobreviver até a idade adulta do que aquelas que os usaram em menos da metade do tempo. O efeito protetor se manteve independentemente da renda familiar, do grau de educação dos pais e da distância que viviam de um centro de saúde (*The New England Journal of Medicine*, 3 de fevereiro).

FOTOS: 1. HEYWOOD/SARAO 2. LÉO RAMOS CHAVES 3. MUSEU DA ESCOLA CATARINENSE/UIDESC 4. WENDY STONE/CORBIS VIA GETTY IMAGES

Dinheiro novo para a ciência nos Estados Unidos

A Câmara dos Deputados dos Estados Unidos aprovou em fevereiro um projeto de lei para ampliar o orçamento de agências de fomento à pesquisa do país. A expectativa é que o Competes Act dobre os recursos da National Science Foundation (NSF) nos próximos cinco anos, para quase US\$ 18 bilhões. O projeto prevê ainda um aumento da ordem de US\$ 4 bilhões no orçamento do Escritório de Ciência do Departamento de Energia, que financia pesquisa básica em ciências físicas, elevando-o para US\$ 11 bilhões. O texto também deve direcionar US\$ 52 bilhões para a pesquisa, o desenvolvimento e a fabricação de semicondutores. Essa é mais uma tentativa do governo norte-americano de manter a liderança em ciência e tecnologia (C&T) e fazer frente à crescente influência da China nessa área no cenário internacional – recentemente a produção de artigos científicos e de patentes do país asiático ultrapassou a norte-americana. O Senado dos Estados Unidos já havia aprovado projeto semelhante em junho de 2021. Além de aumentar os aportes em C&T, incluía disposições para impedir que governos estrangeiros se beneficiem de pesquisas feitas em solo norte-americano. Os dois projetos seguirão para uma comissão de conferência, que conciliará as diferenças entre eles para criar uma versão única e final do texto.



Brasileiros premiados pela revista *Nature*

O geneticista brasileiro Carlos Menck foi agraciado em fevereiro com o Prêmio Nature de Mentoria em Ciência, concedido pela revista *Nature* a pesquisadores que se destacaram na orientação de jovens cientistas. Menck é professor do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP). Há cerca de três décadas ele estuda os mecanismos de reparo do DNA em processos ligados ao surgimento de tumores e envelhecimento, além de investigar como a radiação ultravioleta danifica o material genético humano. O sucesso de seu trabalho se deve, em parte, à contribuição de pesquisadores que ajudou a formar. Menck orientou 13 estudantes de mestrado, 37 de doutorado e supervisionou o estágio de pós-doutorado de outros 22. Por essa razão, foi laureado na categoria Lifetime Achievement, a principal da premiação. Outros pesquisadores brasileiros também foram homenageados. A bióloga Alessandra D'Almeida Filardy, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e o bioquímico Waldiceu Aparecido Verri, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, receberam o prêmio na categoria Mid-career Achievement. Os jurados reconheceram ainda o físico Paulo Nussenzeig, do Instituto de Física da USP, por seu compromisso com a orientação de alunos ao longo da vida acadêmica.

Menck, Filardy, Nussenzeig e Verri

Mais queimadas, mais internações

Queimadas não causam apenas um grande impacto ambiental. Também pesam no sistema público de saúde. Um estudo recente identificou um aumento no número de internações em decorrência de problemas respiratórios e circulatórios associado à inalação de material particulado gerado pela queima de biomassa. O pesquisador Weeberb Réquia, da Fundação Getulio Vargas em Brasília, e colaboradores dos Estados Unidos analisaram mais de 2 milhões de internações hospitalares por doenças cardiorrespiratórias registradas em todo o território nacional entre 2008 e 2018. Eles comprovaram a existência de uma correlação entre a ocorrência de queimadas e o adoecimento da população. Em média, as temporadas de queimadas estiveram associadas a um aumento de 23% das internações por problemas respiratórios e de 21% por doenças do sistema circulatório no país. Na região Norte, a elevação foi de 38% de internações por doenças do trato respiratório e 27% do sistema circulatório (*Nature Communications*, 12 de novembro). Segundo os pesquisadores, mesmo queimadas de pequeno porte colocam as populações em maior risco de internação por doenças cardiorrespiratórias.

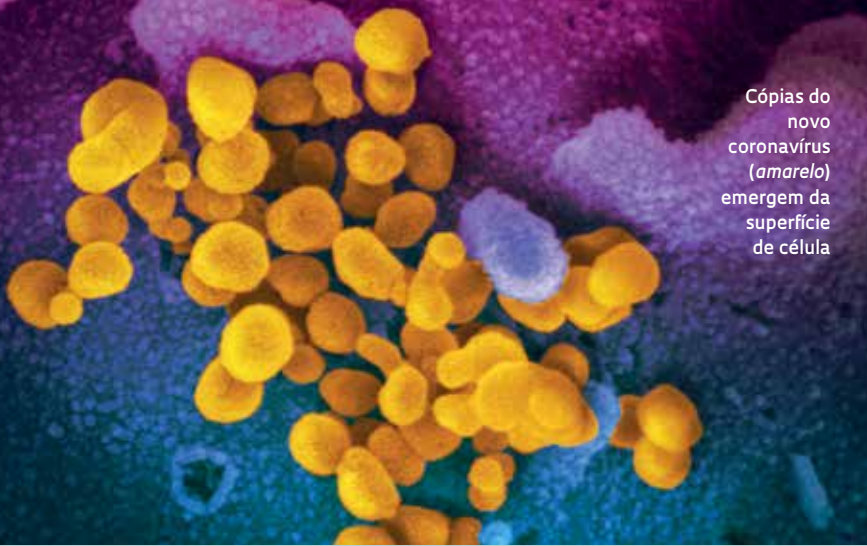
Até onde vão as lebres?

Ao contrário do que pensavam os especialistas, as lebres não vivem apenas ao redor do lugar onde nasceram. Elas podem ir longe, muito longe. O ecólogo Dominique Berteaux, da Universidade de Quebec, no Canadá, e seus colaboradores colocaram rastreadores em 25 lebres do ártico (*Lepus arcticus*). Surpresa total: os animais percorreram de 113 a 310 quilômetros (km). Nenhum dos participantes do estudo chegou perto da lebre que recebeu o código BBYY e viajou 388 km, a maior distância já registrada para lebres, coelhos e espécies próximas. A corredora morreu de causas indeterminadas cerca de um mês depois de chegar ao destino. Para os pesquisadores, a exploração da paisagem pode permitir a identificação de novas fontes de alimento ou refúgios contra predadores e superar os custos do deslocamento. As lebres do ártico têm o porte de gatos domésticos (cerca de 4 quilos) e são um dos alimentos preferidos dos lobos dos desertos gelados do Ártico (*Ecology*, 22 de dezembro).



Uma das lebres do estudo, equipada com colar que permitiu rastreá-la e etiquetas identificadoras nas orelhas

NOTAS DA PANDEMIA



Cópias do novo coronavírus (amarelo) emergem da superfície de célula

Um experimento polêmico

Em fevereiro, pesquisadores de diferentes instituições científicas do Reino Unido tornaram públicos em versão *preprint*, artigo sem revisão por pares, os resultados de um experimento que gerou controvérsia: a exposição deliberada de pessoas saudáveis e não vacinadas ao novo coronavírus. No experimento, baixas concentrações do vírus foram aplicadas no nariz de 34 adultos jovens no início de 2021. Essas pessoas foram depois acompanhadas de perto por uma equipe de médicos e pesquisadores coordenada pelo imunologista Christopher Chiu, do Imperial College em Londres. Cada participante recebeu £ 4,5 mil (cerca de R\$ 32 mil). A ideia era analisar como o patógeno afetava pessoas com boa saúde. Metade dos voluntários não se infectou com o procedimento e, entre os contaminados, parte não apresentou sintomas. O vírus se replicou rapidamente no organismo dos infectados, que, em média, apresentaram os primeiros sintomas menos de dois dias após a exposição (*Research Square*, 1º de fevereiro). Segundo os autores, os resultados sugerem que esse tipo de estudo, o desafio humano, é seguro. Outros pesquisadores questionaram se os achados justificam os riscos.

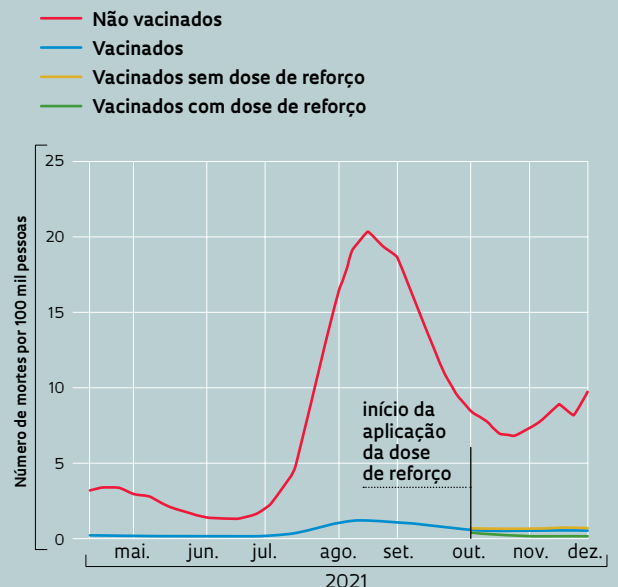
Danos prolongados à vizinhança

Pesquisadores japoneses identificaram uma alteração celular induzida pelo Sars-CoV-2 que pode explicar por que algumas pessoas continuam a apresentar sintomas da doença mesmo depois que o vírus se tornou indetectável. Em experimentos em laboratório, o grupo coordenado pelo microbiologista Eiji Hara, da Universidade de Osaka, constatou que os danos do novo coronavírus não se restringem à célula infectada. Uma vez no interior da célula, o vírus estimula a produção de moléculas sinalizadoras (citocinas) que migram até células vizinhas não infectadas e alteram o seu funcionamento. Nelas, as citocinas disparam um mecanismo de envelhecimento (senescência) celular. As células não morrem imediatamente, mas passam a produzir altos níveis de compostos inflamatórios. Os pesquisadores observaram esse efeito em células cultivadas em laboratório e em células pulmonares de pessoas com sintomas prolongados da Covid-19 (*Nature Aging*, 25 de janeiro).

Terceira dose diminui o risco de morte

A dose de reforço das vacinas contra o novo coronavírus diminuiu significativamente o risco de morte por Covid-19, segundo estudo realizado por pesquisadores de instituições dos Estados Unidos, entre elas os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC). Os autores analisaram a evolução do número de casos e de mortes registrados em 25 regiões do país de abril a dezembro de 2021. Eles constataram que a frequência de infecções pelo novo coronavírus foi bem mais elevada entre os não vacinados (348 casos por grupo de 100 mil pessoas) do que entre os imunizados (88 por 100 mil) e os imunizados que tomaram a dose de reforço (25 por 100 mil). A diferença foi ainda maior no que diz respeito às mortes. A taxa de mortalidade ficou em 7,8 por 100 mil entre os que não tinham tomado a vacina, enquanto foi de 0,6 por 100 mil entre os imunizados e de apenas 0,1 por 100 mil entre os que tinham tomado a terceira dose (*MMWR*, 28 de janeiro). “A vacinação protegeu contra a infecção pelo novo coronavírus mesmo quando a variante ômicron se tornou predominante”, destacou o relatório.

TAXA DE MORTALIDADE POR COVID-19 NOS EUA



FONTE JOHNSON, A. G. ET AL. *MMWR*. 28 JAN. 2022

COVID-19



MAIS UM PASSO RUMO À VACINA UNIVERSAL

Ilustração sobre foto do frasco da candidata à vacina SpFN do Instituto de Pesquisa Walter Reed, nos Estados Unidos

Começam ensaios clínicos com imunizantes de amplo espectro que buscam proteção contra múltiplos coronavírus

Frances Jones

Enquanto a variante ômicron do vírus Sars-CoV-2 se alastrava com rapidez pelo mundo no início deste ano e as farmacêuticas Pfizer e Moderna anunciavam testes com uma vacina específica para essa cepa, instituições de pesquisa e empresas de biotecnologia avançavam também em outro sentido. O foco delas era o desenvolvimento de imunizantes que dessem conta de múltiplos coronavírus – e não apenas da variante “do momento” na pandemia de Covid-19. Ao menos duas vacinas de amplo espectro começaram a ser testadas em humanos e outras estão a alguns passos de serem colocadas à prova em ensaios clínicos de fase 1, após resultados satisfatórios em ensaios pré-clínicos com animais. O objetivo dos testes de fase 1 é analisar a segurança do imunizante e avaliar as indicações preliminares da capacidade da vacina em estimular o sistema imunológico.

A que está em processo mais avançado é a vacina SpFN, desenvolvida no Instituto de Pesquisa Walter Reed (WRAIR), do Exército dos Estados Unidos, onde os cientistas anunciaram a conclusão da primeira fase de testes em humanos, mas ainda não divulgaram os resultados. Antes de chegar ao mercado, toda vacina precisa passar também pelas fases 2 e 3 dos ensaios clínicos, aplicadas a um número muito maior de pessoas com o objetivo de obter mais dados sobre a segurança, a eficácia do produto e suas possíveis reações adversas.

“Nossos pesquisadores estão analisando as informações e escrevendo um relatório com os resultados [da fase 1, em humanos]. Eles já estavam animados com os dados pré-clínicos e os novos resultados serão conhecidos quando forem publicados em estudo revisado pelos pares”, in-

formou a *Pesquisa FAPESP* Lee Osberry Jr., da área de comunicação do Walter Reed. A vacina SpFN usa uma plataforma com nanopartículas de ferritina. O imunizante gerou em primatas não humanos uma forte resposta imune não apenas contra a cepa original do Sars-CoV-2 e em variantes de preocupação, mas também contra o vírus Sars-CoV-1, que emergiu em 2002. Variante de preocupação é como são chamadas aquelas que trazem maior risco potencial à saúde pública.

O alvo desse e de outros imunizantes que seguem a mesma linha do amplo espectro são as cepas classificadas dentro do subgênero sarbecovírus, que englobam tanto o vírus Sars-CoV-1 como o Sars-CoV-2 e suas variantes. “A próxima geração de vacinas que vamos desenvolver lidará também com os merbecovírus [como o Mers] e os embecovírus [dos resfriados comuns], de forma que, com esses três subgêneros juntos, ela cobrirá todos os betacoronavírus”, disse a *Pesquisa FAPESP* Kayvon Modjarrad, diretor do programa para doenças infecciosas emergentes do WRAIR e coordenador do ensaio. Betacoronavírus são um dos quatro gêneros de coronavírus.

Outra instituição que anunciou o início da fase 1 de ensaios clínicos foi a unidade de pesquisa clínica de Southampton do Instituto Nacional para Pesquisa em Saúde (NIHR), do Reino Unido. Os pesquisadores testam uma tecnologia de vacina de DNA desenvolvida na Universidade de Cambridge e na spin-off DIOSynVax. De acordo com Jonathan Heeney, pesquisador responsável pela criação da DIOSvax, trata-se do primeiro passo em direção à vacina universal em desenvolvimento na instituição, “que deverá nos proteger não apenas das variantes da Covid-19, mas também de futuros coronavírus”.

No site da Universidade de Cambridge, o grupo afirma que buscou tipos de antígenos (moléculas de regiões-chave do vírus capazes de deflagrar a produção de anticorpos) que permanecem os mesmos em muitos dos coronavírus encontrados na natureza, incluindo os de morcegos, para gerar a produção tanto de anticorpos neutralizantes, que bloqueiam a infecção viral, como de células T, capazes de remover as células já infectadas pelos betacoronavírus conhecidos. “São estruturas de importância crucial para o ciclo vital do vírus, o que significa que é improvável que mudem no futuro.”

Outra diferença da DIOSvax é que ela é aplicada com uma injeção intradérmica sem agulha, em meio a um jato de ar liberado com pressão suficiente para levar o composto para dentro do corpo, uma tecnologia desenvolvida pela empresa Pharmajet, com sede nos Estados Unidos.

A preocupação com as possíveis mutações do vírus aumentou no fim de 2021 com o surgimento da ômicron, que apresenta cerca de 50 alterações genéticas, mais de 30 delas apenas na proteína *spike*, em comparação com o vírus originalmente identificado em Wuhan. Essas mutações fazem com que o vírus seja capaz de infectar parte das pessoas que tiveram Covid e mesmo as que foram vacinadas com três doses. Embora a Pfizer tenha previsto obter resultados dos ensaios clínicos específicos para a vacina contra a ômicron no primeiro semestre de 2022, não há certeza se essa variante será relevante até lá. A ideia dos imunizantes universais ou pelo menos pan-variantes (para diferentes cepas do mesmo vírus) é que sejam eficazes de modo que os cientistas não precisem desenvolver novas vacinas a cada variante que surgir.

REFORÇOS

Com isso em mente, a empresa norte-americana de biotecnologia Gritstone bio, da Califórnia, lançou em setembro do ano passado em Manchester, no Reino Unido, um ensaio clínico de fase 1 para vacinas de doses de reforço (*booster*) feitas a partir de um método conhecido como RNA de autoamplificação (*amRNA*), uma versão mais recente de tecnologia de RNA mensageiro. A vacina também busca estimular a imunidade celular por meio de partes que não mudam tanto no Sars-CoV-2. A imunidade celular é proporcionada pelas células T.

“Conforme observamos com a variante ômicron, as proteínas da superfície viral, como a *spike*, apresentam um alto índice de mutação. Isso faz com que a imunidade fornecida por vacinas que têm como alvo a *spike* fique vulnerável a variantes que contenham numerosas mutações nessa proteína”, informou Andrew Allen, cofundador, presidente e CEO da Gritstone, em um comunicado da empresa. “Essa inovação permite a inclusão de uma ampla série de epítopos virais altamente preservados, podendo criar um estado imune capaz de oferecer uma proteção clínica mais robusta contra as atuais e as futuras variantes do Sars-CoV-2.” Epítipo é a região do antígeno à qual o anticorpo se liga.

Nos Estados Unidos, o imunologista Barton Ford Haynes, da Escola de Medicina da Universidade Duke, na Carolina do Norte, informou à reportagem que o seu grupo havia recebido

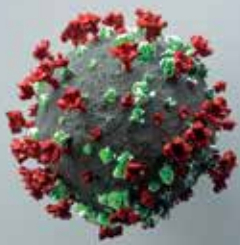
até meados de janeiro deste ano US\$ 4 milhões dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos para desenvolver várias versões de uma vacina que cubra qualquer variante que possa surgir do Sars-CoV-2 e outros sarbecovírus. A previsão é de que os ensaios clínicos ocorram a partir de setembro. O grupo usa como plataforma nanopartículas de ferritina com proteínas que expressam 24 moléculas do domínio de ligação ao receptor (RBD) da proteína *spike*, região em que o vírus se liga às células humanas.

A bioengenheira Pamela Bjorkman, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), também espera iniciar os ensaios

clínicos ainda este ano com uma vacina feita em mosaico, com partes de vários vírus e que apresentou bons resultados em animais. “Estamos no processo de tentar organizar a logística para estabelecer os ensaios clínicos em humanos por meio da Universidade de Oxford, no Reino Unido”, escreveu por e-mail, acrescentando que estava em negociação com uma agência de financiamento para receber apoio para a realização dos ensaios.

Outra frente que ganhou impulso recentemente foi a das vacinas intranasais. Pesquisadores da Universidade Yale e do Instituto Médico Howard Hughes, ambos nos Estados Unidos, divulgaram em janeiro dados de ensaios pré-clínicos, realizados com camundongos, indi-

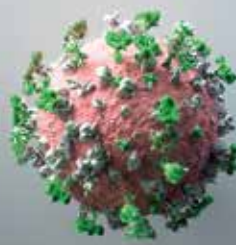
LABORATÓRIOS DO BRASIL TAMBÉM DESENVOLVEM VACINAS CONTRA O SARS-COV-2 APOSTANDO EM UMA ABORDAGEM UNIVERSAL



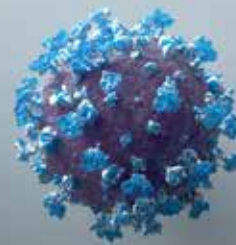
Alfa
B.1.1.7



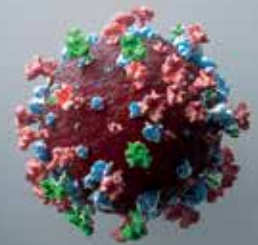
Beta
B.1351



Gama
P.1



Delta
B.1.617.2



Ômicron
B.1.1.529

Representação das variantes do Sars-CoV-2: uma vacina universal deverá ser eficaz contra todas elas

cando que um imunizante ministrado via spray nasal provocou uma forte resposta imune nas mucosas do trato respiratório contra o Sars-CoV-2 e outros sarbecovírus.

Pelo menos 10 vacinas contra o novo coronavírus estão sendo aplicadas em larga escala ao redor do mundo, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS). Outras 132 estão em desenvolvimento na fase clínica, com testes em humanos, e 195 encontram-se na etapa de desenvolvimento pré-clínico. No Brasil, cinco imunizantes estão na fase inicial de testes e um na fase intermediária (ver Pesquisa FAPESP nº 310).

Cerca de cinco laboratórios ou centros de pesquisa do país desenvolvem vacinas contra o novo coronavírus apostando em uma abordagem mais universal, segundo o virologista Flávio Guimarães da Fonseca, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e presidente da Sociedade Brasileira de Virologia. Todos têm como escopo principal o novo coronavírus e suas variações. “A preocupação é que surjam variantes que escapem totalmente das respostas vacinais. As variantes são consideradas hoje o grande desafio para o controle contínuo da Covid-19, para o fim da pandemia e para a forma como esse vírus vai se integrar à nossa realidade”, diz Fonseca. “No exemplo da vacina da UFMG, nosso foco é o Sars-CoV-2 e a geração de uma resposta celular contra ele. É uma vacina universal para diferentes variantes de Sars-CoV-2.”

A estratégia usada pelo grupo foi construir uma químera, uma proteína artificial que não existe na natureza, cujo antígeno principal é a proteína do nucleocapsídeo, também chamada de proteína N. Diferente da proteína S, da *spike*,

ela não está na superfície do vírus, região que mais sofre mutações. “A proteína N muta muito menos de uma variante para outra, então ela tem esse caráter mais universal.”

Embora os estudos pré-clínicos da UFMG tenham sido conduzidos apenas contra o Sars-CoV-2 e suas variantes, Fonseca acredita que a vacina em desenvolvimento pode em tese despertar uma resposta contra outros vírus da família do Sars-CoV-2, como Sars-CoV-1 e o Mers, já que eles têm muitas semelhanças em suas proteínas N. No momento, a equipe da UFMG responde a questionamentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para que possa realizar os primeiros ensaios clínicos com o imunizante.

Em São Paulo, o Centro de Desenvolvimento e Inovação (CDI) do Instituto Butantan informou ter avançado nos estudos de provas de conceito, *in vitro* e *in vivo*, de uma vacina multiantigênica, formulada com diferentes antígenos, e pretende publicar em breve os resultados de seu *pipeline* e dos candidatos vacinais testados.

De acordo com Ana Marisa Chudzinski-Tavassi, diretora do CDI, desde o início da pandemia, os pesquisadores do centro vêm fazendo uma análise computacional para entender as possibilidades de mutação do Sars-CoV-2: em quais pontos das proteínas virais elas ocorrem, quais deles têm potencial mutagênico menor e o quanto podem ser imunogênicos – ou seja, provocar uma reação do sistema imune. Além disso, o instituto desenvolveu uma plataforma proteica recombinante capaz de conter informações de uma proteína distinta, bem como partes de várias proteínas diferentes. Não há previsão de quando o instituto iniciará ensaios clínicos em humanos com sua vacina multiantigênica. ■

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

INFECCÃO ENTRE ESPÉCIES

Ser humano transmitiu o Sars-CoV-2 para animais e pelo menos dois deles conseguiram repassar o vírus para outras pessoas

Eduardo Geraque



Inspeção sanitária no pet shop Little Boss, de Hong Kong, onde hamsters teriam passado o Sars-CoV-2 para funcionários e clientes

Depois de dois anos de pandemia, um tipo de evento inicialmente quase sem registro se tornou uma ocorrência ainda rara, mas preocupante. Pessoas podem passar o Sars-CoV-2 para animais, de estimação ou silvestres, que podem infectar de volta o homem com o coronavírus causador da Covid-19, possivelmente até com uma versão modificada do patógeno. Alguns pesquisadores suspeitam de que a atual forma dominante do Sars-CoV-2, a variante ômicron, mais transmissível e com cerca de 50 mutações em seu material genético em relação à linhagem original do vírus, possa ter surgido dessa forma. Denominado *spillback*, esse processo de transmissão, em que o patógeno salta de uma espécie para outra e volta para a espécie inicial, foi documentado, por ora, em pelo menos dois animais.

No ano passado, criadores de vison na Holanda foram infectados pelo coronavírus transmitido por esses mamíferos do gênero *Mustela*, cuja pele é usada em casacos. Além de retransmitirem o agente infeccioso para humanos, os visons chegavam a manifestar clinicamente a Covid-19 e até morriam da doença. Em janeiro deste ano, houve um pequeno surto de Covid-19 em Hong Kong que atingiu 50 pessoas e sua origem foi atribuída a hamsters vendidos por um pet shop. Clientes da loja e um funcionário que havia sido vacinado se infectaram com a variante delta do coronavírus oriunda dos roedores. Em ambos os casos, as autoridades sanitárias locais optaram pelo extermínio de populações de animais – milhões nas fazendas de criação de visons e pouco mais de 2 mil roedores na cidade chinesa. Hong Kong registra atualmente milhares de casos diários de Covid-19, mas essas ocorrências são causadas pela transmissão interpessoal da variante ômicron.

Apesar dos registros de *spillback* envolvendo visons e hamsters, o mais comum é o homem ser capaz de transmitir o Sars-CoV-2 para outras espécies, mas os animais não infectam de volta o ser humano com o patógeno. O vírus da Covid-19 já foi encontrado em cerca de 30 animais, como tigres, hienas e gorilas. Em mais de 15 estados norte-americanos, o coronavírus foi detectado em populações do veado-de-cauda-branca (*Odocoileus virginianus*). Em alguns lu-



Veados-de-cauda-branca nos Estados Unidos foram infectados pelo homem, mas não há registro de terem transmitido o coronavírus para pessoas

2

gares, de 40% a 60% dos animais dessa espécie que foram submetidos a testes apresentavam o coronavírus. Mas a retransmissão do vírus do cervídeo para humanos ainda não foi constatada. “Já foi demonstrado que cães e gatos são hospedeiros terminais do coronavírus vindo do homem, ou seja, não o transmitem”, diz o virologista Paulo Brandão, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP). “Não é preciso ter medo de pegar Covid-19 desses animais.”

Segundo Brandão, a transmissão do coronavírus dos visons para os fazendeiros é o caso mais consistentemente documentado de *spillback* do Sars-CoV-2. “Após sofrer mutações nos organismos dos visons, o coronavírus infectou novamente o ser humano”, afirma o virologista da USP. Não é um processo simples o coronavírus infectar e se instalar em um novo hospedeiro. Ele precisa penetrar nas células do animal e driblar o sistema imunológico do organismo. “A ecologia de uma espécie também interfere em sua capacidade de transmissão.”

Ainda assim, os pesquisadores alertam que o prolongamento da pandemia e o aumento de casos de Covid-19 na população global elevam o risco de ocorrerem eventos de *spillback*. “As possibilidades de eventos de novas transmissões para humanos são reais e vão depender, basicamente, das oportunidades e níveis

de interação entre as pessoas e os novos reservatórios eventuais do coronavírus”, avalia o virologista brasileiro Luiz Góes, que faz estágio de pós-doutorado na Universidade de Medicina Charité de Berlin, na Alemanha.

O processo de *spillback* do novo coronavírus ainda é pouco documentado e não se sabe a real dimensão do fenômeno. “O baixo índice de descrição desses eventos decorre provavelmente da grande dificuldade de identificação de casos desse tipo”, pondera Góes. “Tais eventos devem ocorrer em uma escala maior do que identificamos até agora. Mas sua importância epidemiológica ainda é difícil de ser determinada, dado o total descontrole no registro de novas infecções do Sars-CoV-2 na população humana, falha que foi agravada com a chegada da variante ômicron.”

Um mistério que permanece desde o surgimento dos primeiros casos de Covid-19 em seres humanos na cidade chinesa de Wuhan, cerca de dois anos atrás, é a origem do Sars-CoV-2. Apesar de estudos terem sido feitos e de um grupo de especialistas, a pedido da Organização Mundial da Saúde (OMS), ter visitado Wuhan, ainda não se determinou de que animal, provavelmente silvestre, o novo coronavírus saltou para infectar o homem. Morcegos são considerados os principais suspeitos de serem os hospedeiros iniciais do Sars-CoV-2. ■

VELOCIDADE MÁXIMA

Estudos mostram a importância e a qualidade dos *preprints*, trabalhos científicos divulgados logo que ficam prontos, sobre o novo coronavírus

Fabício Marques

A urgência em encontrar respostas para enfrentar a pandemia pôs à prova o modelo de publicação em *preprints*, trabalhos científicos ainda não avaliados por especialistas que são divulgados em plataformas de acesso aberto assim que ficam prontos. Estudos e dados recém-publicados produziram um balanço sobre a utilização crescente e o desempenho desse modelo de comunicação científica durante a emergência sanitária. Pesquisadores da Universidade de Zagreb, na Croácia, analisaram pouco mais de 6 mil trabalhos sobre Covid-19 divulgados nos repositórios de *preprints* bioRxiv e medRxiv entre janeiro e setembro de 2020. Debruçaram-se sobre uma fração desses trabalhos que depois passou por revisão por pares e acabou publicada em periódicos científicos. Observaram que *preprints* sobre Covid-19 foram aceitos para publicação cerca de 50 dias depois de apresentados, ante uma demora que ultrapassava os 100 dias em

manuscritos sobre outros temas de pesquisa – a performance mostra como as revistas agilizaram a avaliação do conhecimento disseminado de forma expressa sobre a pandemia.

Outro estudo, publicado em fevereiro na *PLOS Biology*, analisou o conteúdo dos *preprints* e concluiu que, para um conjunto de trabalhos publicados posteriormente em revistas, a contribuição da avaliação por pares foi pequena, em um sinal de que a maioria desses trabalhos, mesmo em suas versões preliminares, já estava razoavelmente completa. De autoria de pesquisadores da Alemanha, do Reino Unido e dos Estados Unidos, o estudo analisou resumos de *preprints* sobre temas diversos divulgados no início da pandemia também nas plataformas bioRxiv e medRxiv e publicados em periódicos até 30 de abril de 2020. Nos trabalhos sobre Covid-19, apenas 17,2% sofreram alterações entre a versão preliminar e a revisada por pares. Ainda assim, a maioria dessas mudanças não afetou qualitativamente as conclusões do artigo. Já entre *preprints* sobre outros assuntos,

a taxa de alterações foi menor – 7,2% do total. A análise não verificou o conteúdo dos trabalhos que não se converteram em artigos de periódicos.

É certo que houve ocasiões na pandemia em que manuscritos de má qualidade e até fraudulentos foram divulgados em repositórios de *preprints*. Em 31 de janeiro de 2020, um grupo de pesquisadores da Índia depositou um trabalho no repositório bioRxiv em que sugeria haver semelhanças entre proteínas do Sars-CoV-2 e do HIV, o causador da Aids. A publicação teve repercussão no Twitter, alimentando teorias conspiratórias sobre a origem do novo coronavírus. O estudo foi escrutinado por pesquisadores que prontamente o refutaram – e o trabalho foi removido do repositório por seus autores em 2 de fevereiro.

Não se imagine, porém, que *preprints* foram os principais disseminadores de dados de pesquisa falsos. O site Retraction Watch contabilizou até meados de fevereiro 212 trabalhos científicos sobre Covid-19 que tiveram seus resultados desqualificados por erros, problemas metodológicos ou fraude. Somente 43 deles eram *preprints*. A maioria da lista, 169 do total, era de artigos publicados em periódicos e haviam passado por revisão por pares. Mesmo revistas de prestígio, como *The Lancet* e *The New England Journal of Medicine*, tiveram artigos retratados ante as evidências de que os trabalhos se baseavam em dados fraudulentos, fornecidos por uma empresa, a Surgisphere, que não tinha meios de obtê-los. Entre os *papers* de Covid que sofreram retratação, também houve exemplos que denotam falhas fragorosas no processo de revisão, como um artigo do *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents* segundo o qual a tecnologia de telefonia celular 5G poderia produzir o novo coronavírus a partir de células epiteliais.

O médico Olavo Amaral, do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), publicou em 2020 na revista *Research Integrity and Peer Review* um estudo comparando a qualidade de *preprints* e artigos revisados por pares na literatura biomédica – a amostra analisada foi de 2016, antes da pandemia. O trabalho mostrou que a revisão foi capaz de melhorar de forma incremental o conteúdo dos manuscritos, corrigindo erros formais e pequenas omissões. Mas a qualidade dos *preprints* analisados, apenas um pouco inferior à dos artigos revisados, sustentava a ideia de que esses trabalhos devem ser considerados contribuições científicas válidas. “A vantagem mais óbvia dos *preprints* é a velocidade com que eles são disseminados. Uma demora de meses na divulgação de resultados de pesquisa, enquanto é realizado o processo de revisão por pares das revistas, é inadmissível para um achado com impacto na saúde das pessoas”, afirma.

Amaral é coordenador da Iniciativa Brasileira de Reprodutibilidade, projeto que pretende refazer uma centena de experimentos de artigos brasileiros da área biomédica para verificar se é possível repetir os resultados publicados. Ele não enxerga nos *preprints* um perigo maior de divulgação de dados que depois não se confirmam. “Não é verdade que um artigo revisado por pares tenha qualidade garantida. Os revisores conseguem avaliar dados disponíveis e sugerir algum aperfeiçoamento. Se um autor mentir ou fraudar dados, dificilmente isso será detectado, como, aliás, se pode observar na grande quantidade de artigos retratados”, afirma.

Na avaliação de Abel Packer, coordenador da biblioteca de revistas de acesso aberto SciELO Brasil, a revisão por pares tornou-se um pilar da comunicação científica e a adoção dos *preprints* como padrão de publicação está muito longe de obter consenso. “No modelo atual, a responsabilidade de pelo que é publicado compete ao periódico, seu editor e seus revisores. No *preprint*, ela passa a ser do autor. Há resistência a isso”, explica. Ele reconhece que as publicações instantâneas ganharam mais aceitação na pandemia. “Hoje, quando se noticia um achado de um *preprint*, sempre se faz o alerta de que o resultado ainda vai ser avaliado por outros pesquisadores. Esse entendimento sobre como funciona o trabalho científico foi assimilado pela sociedade.”

Packer, que também coordena o repositório de acesso aberto SciELO Preprints, conta que é possível evitar que trabalhos de má qualidade sejam divulgados. No caso da plataforma brasileira, um moderador faz uma análise do manuscrito antes de liberá-lo, verificando requisitos mínimos: se houve aprovação de um comitê de ética quando isso é necessário ou se há descrição de métodos. Os autores também precisam informar sua identificação no sistema Orcid, no qual é possível avaliar se têm produção científica progressiva. “Se o autor for jovem e não tiver publicado nada, só liberamos o manuscrito na plataforma se apresentar o endosso de algum cientista reconhecido”, afirma. Um meio-termo foi adotado durante a pandemia por diversas revistas científicas, como *The Lancet* e *Jama*, que criaram repositórios próprios de *preprints* para divulgar rapidamente trabalhos com resultados relevantes enquanto corria em paralelo seu processo de revisão. O expediente também vem sendo usado por revistas da coleção SciELO. Quando recebem manuscritos, os editores recomendam aos autores que o depositem também na SciELO Preprints. “Dessa forma, o conhecimento já fica disponível enquanto o artigo é revisado”, diz Packer. ■



OBSERVADOR DO SONO

O médico começou a estudar os efeitos da privação de sono há quase 50 anos e formou um dos grupos de pesquisa mais produtivos nessa área no mundo

Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto

RETRATO **Léo Ramos Chaves**

Ao terminar o curso de medicina, em 1972, Sergio Tufik deixou o pai furioso ao anunciar que queria se dedicar à pesquisa científica em vez de cuidar de um hospital próprio, conforme o desejo paterno. Depois, foram os fracassos nos experimentos sobre os efeitos da maconha que o empurraram para o estudo da privação de sono, cujas consequências para o organismo, ele ajudou a mostrar, são catastróficas.

Em 2009, em uma das versões do “Estudo epidemiológico do sono” (Episono), ele descobriu que 32,9% da população da cidade de São Paulo tem apneia de sono – ou síndrome da apneia obstrutiva de sono, uma doença crônica caracterizada pelo fechamento parcial ou total das vias respiratórias várias vezes durante o sono. Em 2018, seu grupo verificou que as pessoas com apneia tinham em comum três pequenas variações em um determinado gene – os chamados polimorfismos de nucleotídeo único, ou SNP. Com isso se tornou possível, por meio de exames de DNA, detectar quem poderia apresentar esse distúrbio de sono e começar logo o tratamento.

De 2001 a 2013, ele coordenou o Centro de Estudos do Sono, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) apoiados pela FAPESP. Aposentado em 2008 da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), onde foi professor por quase 30 anos, continua à frente do Instituto do Sono e de um dos grupos de pesquisa brasileiros mais produtivos nessa área no mundo, com 1.044 registros na base Scopus, citados 28.666 vezes, dados do final de janeiro.

Imponente, com voz forte e grave, Tufik tem quase 2 metros de altura e porte atlético. Durante a graduação na Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, jogou vôlei, praticou arremesso de peso e foi presidente da Atlética, associação desportiva da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Foi também

IDADE 73 anos

ESPECIALIDADE

Medicina do sono

INSTITUIÇÃO

Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

FORMAÇÃO

Graduação em medicina pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa

de São Paulo (1972), mestrado em fisiologia pela Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto (1976) e doutorado em psicofarmacologia pela Unifesp (1978)

PRODUÇÃO

1.357 artigos científicos, 3 livros como autor e 9 como coautor

quando começou a exercitar seu senso de empreendedor, ao vender traduções de artigos científicos, que ele mesmo fazia, para os colegas que não sabiam ler em inglês. Participou da criação do Partido dos Trabalhadores (PT), pelo qual foi vereador, na década de 1980, e não sossegou: teve uma produtora de vídeo e uma provedora de acesso à internet e é acionista do laboratório de análises clínicas CDB.

Paulistano, separado, com um filho médico, ele atendeu em uma manhã de janeiro a equipe de *Pesquisa FAPESP* em sua sala de trabalho, no sétimo andar de um edifício da Associação Fundo de Incentivo à Pesquisa (Afip), fundação privada que ele criou durante o doutorado, no final dos anos 1970, e abriga laboratórios de análises clínicas e o Instituto do Sono. Ali, o movimento não para. No início da noite começam chegar as pessoas para as polissonografias – cerca de 100 por turno – que fundamentam as descobertas sobre o sono e as recomendações sobre como dormir melhor, apresentadas na entrevista a seguir.

O senhor e sua equipe do Instituto do Sono viram algum efeito da pandemia no sono das pessoas?

O isolamento social e o *home office* mudaram muito a relação das pessoas com o sono. Não se gasta mais tempo com transporte, mas as preocupações aumentaram. Em 2020, meu filho, Sergio Brasil Tufik, entrevistou 1.700 pessoas no Brasil inteiro, de 18 a 93 anos. Mais da metade, 56%, alegou piora no sono; 39% não perceberam nenhuma diferença; e para 9% o sono melhorou. As pessoas relataram que o sono havia piorado por causa das preocupações, por estarem mais tempo em frente às telas da televisão ou do celular, e mais tempo em casa. Houve muitas queixas, como demorar para pegar no sono, ter indisposição e ficar na cama mais tempo do que gostariam. Mas tudo isso deve voltar ao normal à medida que a pandemia passar.

O senhor dorme bem?

Estou dormindo muito bem. Costumo dormir entre seis e sete horas, mas na última semana estou dormindo oito, não sei por quê. E não ronco, mesmo tendo o tipo físico para roncar, nem tenho apneia.



Treinamos times de futebol, com melatonina e luz intensa, para reduzir o efeito do fuso horário

Viver em uma cidade como São Paulo faz mal para o sono?

Lógico. Você não consegue dormir bem à noite se está estressado ou com medo.

Por muito tempo não se tinha muita clareza sobre as funções do sono. Como é hoje?

Não há nada em que gastamos mais tempo do que dormindo, um terço, às vezes metade da vida. Até algumas décadas atrás não havia como estudar o sono, porque não adianta ficar ao lado de quem está dormindo. Com a polissonografia [exame que registra as variações da respiração, do ritmo cardíaco, da atividade cerebral e de outros parâmetros durante o sono], a partir dos anos 1970, começamos a ver o que acontece com as pessoas enquanto dormem. Fui, nessa época, um dos pioneiros da pesquisa em sono no Brasil.

Como o senhor começou?

Eu vim da USP [Universidade de São Paulo] de Ribeirão Preto para fazer o doutorado na Unifesp com o Elisaldo Carlini [1930-2020]. Ele me pôs para estudar os efeitos da maconha sobre o cérebro de roedores, um tema bastante ou-

sado para o final dos anos 1970. Tentamos descobrir o receptor celular da maconha no cérebro. Estávamos usando Delta-9-THC, um dos compostos da maconha, que é alucinógeno. Carlini privava os camundongos de comida, dávamos maconha e eles brigavam. Depois ele começou a deixar os animais sem dormir, tratava com maconha e de novo os animais brigavam. Tínhamos achado um modelo animal para estudar a ação da maconha. Dormindo à vontade, mas com maconha, os animais ficavam catatônicos. Sem dormir e com maconha, eles brigavam.

Qual era o efeito da maconha no cérebro dos animais?

Não sabíamos. Achávamos que a privação de sono mudava os receptores cerebrais e a maconha os ativava de tal maneira que levava os animais a brigarem. Aí falamos: “Vamos bloquear o efeito da maconha e entender qual receptor está envolvido”. Ficamos superanimados. Eu tratava os animais não mais com privação de sono, mas com haloperidol, um bloqueador do sistema dopaminérgico, usado para crises de esquizofrenia. Ao bloquear os receptores da dopamina, o haloperidol estimula as células a produzirem mais receptores. Depois eu retirava o haloperidol, dava apomorfina e os animais brigavam. Dava maconha, os animais entravam em catatonia total. Carlini ficou nervosíssimo, não descobrimos qual era o receptor, ele parou de trabalhar temporariamente com a maconha e minha tese foi buraco abaixo. Eu falei para ele: “Vou estudar a privação de sono, porque já vi que isso aumenta o efeito da apomorfina e provoca briga”. Ele estava muito bravo e respondeu: “Faça o que você quiser!”. Então eu comecei a estudar sono, lá por 1976, porque a pesquisa com a maconha não deu certo. E me entusiasmei com o sono, porque quase não existia pesquisa na área, não existia associação, nem congresso, nem classificação das doenças. A primeira classificação de doenças do sono foi em 1979. Logo fiz uma descoberta interessante e me convidaram para um congresso mundial de psiquiatria na Finlândia, que tinha uma área de sono. Me senti o máximo, não tinha nem 30 anos ainda.

O que descobriu?

Eu vi que a privação de sono aumentava a sensibilidade dos neurônios dopaminérgicos. Com a privação, quando dava

apomorfina, os animais brigavam; sem privação de sono, não brigavam. O sono mudava o *status* do receptor. A privação de sono faz muitas coisas, essa foi só a primeira. Muda tudo, é uma desgraça. Depois estudei o efeito sobre os receptores cerebrais de serotonina e todos os outros neurotransmissores. Hoje eu falo para os alunos: “Quando ocorre uma desgraça na sua vida, pode ser que seja para o bem e apareça coisa melhor”. Comigo foi assim. Depois do congresso na Finlândia, meu nome cresceu. Fizemos o primeiro congresso aqui em São Paulo, com os grandes especialistas em sono dos Estados Unidos, e organizamos a Sociedade Brasileira do Sono. E a pesquisa foi crescendo. Descobri que somos o grupo que mais produz pesquisa sobre sono no mundo. Fiquei muito impressionado. É porque consegui montar um *dream team*, com bons líderes. A Monica Andersen publica muito. A Lia Rita Bittencourt, da parte clínica, que hoje é pró-reitora de Pesquisa da Unifesp, também produziu bastante. E o Marco Túlio de Mello foi para a Universidade Federal de Minas Gerais trabalhar com medicina esportiva, algo que já fazia aqui.

O sono afeta o desempenho no esporte?

Completamente. Desde o final dos anos 1990, o Instituto do Sono prepara atletas paraplégicos para as paraolimpíadas e eles ganham em quase todas as modalidades. Agora estamos treinando também times de futebol para reduzir o efeito do fuso horário. O São Paulo teve ajuda do Instituto do Sono para driblar os efeitos do fuso horário no mundial de 2005, no Japão, e ganhamos o campeonato mundial. Sou são-paulino, claro. O Corinthians também contratou o instituto e ganhou o mundial de clubes, em 2012. Até o ano passado, o Santos e o Palmeiras não contrataram e perderam...

Como vocês preparam os atletas?

Quando mudamos de fuso, temos de nos adaptar rápido, senão o rendimento não é o mesmo. Os jogadores, por exemplo, precisam estar tinindo para enfrentar os grandes clubes europeus. Os brasileiros chegam para jogar em outros continentes como zumbis, tendo de atuar em um horário em que o corpo diz que deveriam estar dormindo. Com melatonina e *bright light*, uma luz intensa, fazemos com que eles sincronizem rapidamente o ritmo

circadiano, o horário de sono, com o do lugar onde vão jogar. Se vai daqui para o Japão, inverte o ciclo de claro e escuro, porque é dia aqui e noite lá. Demora duas semanas para uma pessoa se adaptar naturalmente. Com melatonina e luz intensa, fazemos isso em dois dias. A melatonina é um hormônio que sincroniza os ritmos biológicos. Ela é produzida na glândula pineal quando escurece. Disseram que teria muitas outras funções, mas não é tanto assim. Antigamente, quando as atividades eram reguladas apenas pelo sol, o ciclo era simples. Quando a luz chegava, a melatonina baixava e o indivíduo acordava. Quando o sol se ia, ela aumentava e vinha o sono. Com a luz artificial, acabamos com esse ciclo natural, porque à noite as pessoas ficam em casa com a luz acesa, televisão, computador, celular. O excesso de luz noturna bagunçou o sono e as pessoas começaram a ter muita insônia.

Com essa grande produção científica, como seu grupo é visto em outros países?

Ainda há preconceito e inveja. Faz alguns anos, eu estava em um grupo multicêntrico para fazer genética da apneia, o Sa-

gic [Sleep Apnea Global Interdisciplinary Consortium]. Eu me senti maltratado pelos outros pesquisadores. Tive uma ideia muito boa, estudar os extremos. Em geral, quanto mais gordo e velho, mais apneia tem. Pensei diferente, em comparar as situações menos esperadas. Eu queria pegar o homem velho, gordo e sem apneia, de um lado, e de outro uma pessoa jovem, magra e com apneia. Assim poderíamos ver, por exemplo, o que leva uma mulher, que normalmente tem menos apneia que o homem, magra e jovem a desenvolver apneia e por que o indivíduo gordo, velho e do sexo masculino, ao contrário do esperado, não tem apneia. Passei para o grupo, a proposta avançou, mas, quando começaram a sair os trabalhos, meu nome, que deveria aparecer por último na lista de autores, por ter proposto o experimento, estava no meio, em um lugar de menor importância. Disseram que era a regra, mas na verdade inventaram uma regra. Aí eu saí do grupo, mas no fim eu fiz a maior descoberta sobre apneia.

O que é?

Seguimos um grupo de pessoas no Episono, na cidade de São Paulo, e descobrimos que as pessoas com apneia, todas elas, têm três SNP em um gene específico. Foi difícil publicar, porque os pareceristas que analisaram o artigo científico não acreditavam no resultado, mas conseguimos. Saiu em 2018 na *Sleep Medicine*. É um trabalho importante porque agora podemos fazer exame genético, ver se a pessoa tem os três SNP e maior probabilidade de desenvolver apneia e começar um tratamento preventivo, com dieta e exercícios. A primeira coisa que a apneia causa são problemas cardiovasculares. Quando eu divulguei essa relação entre apneia e problemas do coração, fui criticado publicamente, mas hoje está mais que provado. Quem ronca e tem apneia tem mais risco de apresentar problema cardiovascular. O que aparece primeiro é a hipertensão e depois a arritmia. Se uma pessoa tiver 60 apneias por hora, a respiração para uma vez por minuto e causa uma sobrecarga para o sistema cardiovascular. Não fomos nós que vimos isso, mas temos vários trabalhos nessa área.

Como esse conhecimento foi usado na prevenção da apneia?

A aplicação foi imediata. Se a pessoa



Quem tem apneia apresenta mais risco de ter problema cardiovascular. O que aparece primeiro é a hipertensão

estiver há pouco tempo com apneia, é possível evitar o surgimento da hipertensão com o uso do CPAP [aparelho usado para dormir, que bombeia o ar para evitar a obstrução das vias aéreas; a sigla significa pressão positiva contínua nas vias aéreas]. Quem me ajudou muito foi o fisiologista Eduardo Moacyr Krieger. Fui aluno dele na USP de Ribeirão Preto. Foi com ele que fiz as maiores descobertas sobre hipertensão e apneia. Quando começou a ser usado, lá pelos anos 1980, o CPAP era um aparelho enorme, hoje é uma caixinha que insufla ar, abre as vias e permite respirar normalmente durante o sono. Acaba com a apneia. Tem gente que se adapta na hora ao CPAP, acorda no dia seguinte dando pulos, feliz, porque, dormindo melhor, melhora o desempenho sexual, melhora tudo. Mas outros sofrem, não se adaptam, querem fazer cirurgia, mas cirurgia para apneia não funciona. No Episono, usando o exame de polissonografia, descobrimos que um terço da população da cidade de São Paulo tinha apneia. Um grupo da Universidade Harvard havia publicado um artigo no *New England Journal of Medicine* em 1994, indicando que a prevalência de apneia na população seria de 2% a 4%. Imagina, completamente errado. Os pesquisadores de Harvard não levaram a população a fazer polissonografia e concluíram com base apenas na avaliação de um grupo de trabalhadores que roncavam. O nosso trabalho todos elogiaram.

Como o Episono progrediu?

Ao planejar o primeiro, vi que a primeira coisa a fazer era uma fotografia dos distúrbios de sono. Iniciamos em 1986 com um número pequeno de participantes e a aplicação de questionários, para verificar quais os problemas mais frequentes, depois acompanhamos de década em década, mais ou menos como o Censo Demográfico. Na terceira edição do estudo, em 2007, trouxemos 1.101 participantes com idades entre 20 e 80 anos para dormir uma noite no Instituto do Sono e fazer polissonografia. Esse grupo era uma amostra representativa da população da cidade de São Paulo. Além da polissonografia, fizemos coleta de sangue, análise de RNA e uma série de exames e avaliações, que incluíram a aplicação de questionários detalhados. Ninguém nunca fez isso. Os motoristas

daqui iam buscar o pessoal em casa e pela manhã os levavam de volta. Foi assim que mostrei que 33% da população da cidade de São Paulo tem apneia. A média é 40% nos homens e 26% nas mulheres. O problema aumenta com a idade. Começa com uma frequência de 7% na faixa de 20 a 29 anos. Entre as mulheres, cresce mais tarde, por volta dos 50 anos, depois da menopausa, porque os hormônios femininos as protegem da apneia. No final da vida, a frequência entre elas é igual à dos homens. Depois dos 70 anos, 80% dos homens e das mulheres têm apneia.

A apneia é o maior problema de sono?

Os dois maiores são apneia e insônia, insônia muito mais nas mulheres e apneia nos homens. A apneia é pior, porque a pessoa interrompe a respiração e perde o sono, na insônia não, só o sono. Mas as queixas sobre os três tipos de insônia, que é a dificuldade de iniciar o sono, de manter o sono e o despertar precoce, também eram altas, chegavam a 30%. Olha como cresceu nestas três últimas décadas [mostrando gráficos em uma tela grande na parede ao lado de sua mesa], porque aumentou a violência, o estresse, o trânsito.



33% da população da cidade de São Paulo tem apneia. A média é 40% nos homens e 26% nas mulheres

Os médicos de outras especialidades reagem bem aos estudos sobre os efeitos da privação de sono? Um trabalho de anos atrás de seu grupo mostrou a interferência dos distúrbios de sono no metabolismo. Os endocrinologistas hoje reconhecem o sono como um problema?

Os endocrinologistas e os imunologistas foram mais fáceis de convencer, com os estudos, que não param de sair. Quem mais demorou foram os cardiologistas, mas nos últimos congressos do sono fiz uma sala só para eles, e encheu. E passaram a pedir polissonografia. Em vez de tratar a hipertensão, que é a manifestação clínica, tratam a apneia, que é a causa. O problema é que o sistema privado de planos de saúde paga a polissonografia, mas não o aparelho CPAP, que é o tratamento. A polissonografia é um exame caro. Além dos equipamentos, tem a hotelaria, porque a pessoa passa a noite aqui. Quando o José Serra foi ministro da Saúde [1998 a 2002], conseguimos incluir o tratamento para apneia no SUS [Sistema Único de Saúde]. Fiz até um prédio para atender os pacientes do SUS, aqui do lado, mas depois deixei de usar. Na época, o SUS pagava pouco mais de R\$ 100, já era pouco, e não corrigiu nos anos seguintes. Não dá para fazer polissonografia com R\$ 100. Aqui tentamos fazer de R\$ 500 a R\$ 700. O Hospital das Clínicas da USP ainda faz. O SUS também não fornece o CPAP.

Os distúrbios de sono são um problema de saúde pública, não?

Só a apneia atinge 33% da população. São milhões de pessoas. Os outros problemas são mais raros. A narcolepsia [distúrbio marcado por acessos súbitos de sono, mesmo após uma noite bem dormida], por exemplo, afeta menos de 1% das pessoas, mas é grave porque o indivíduo pode estar dirigindo e cair no sono de repente, pode estar conversando e dormir de um momento para o outro. É fácil de tratar, com medicação. O Luiz Roberto Barradas Barata [1953-2010], quando era secretário estadual de Saúde de São Paulo [de 2003 a 2010], estava ajudando a estruturar uma política pública para tratar os distúrbios de sono. Queríamos tratar pelo menos os casos graves de apneia, mas ele morreu de repente, de infarto, e isso não avançou mais.

Como normalmente os médicos aprendem sobre os distúrbios de sono?

A Unifesp criou uma disciplina, Biologia e Medicina do Sono, mas a maioria das escolas médicas trata esses distúrbios dentro da pneumologia ou da neurologia. A neuro domina a polissonografia e a pneumologia a apneia. A Medicina do Sono ainda não está bem estabelecida no currículo médico, mas pelo menos nessas disciplinas se fala de sono no Brasil. Já existe residência médica na área, o próximo passo é virar especialidade, mas demora. Temos de formar gente. Eu formei muita gente, uns 3 mil médicos, que abriram laboratórios de sono no país todo.

Quem foram seus inspiradores?

Em Ribeirão Preto, o neurofisiologista Miguel Covian [1913-1992] e o Krieger. Covian foi meu orientador de mestrado. Aprendi com ele a fazer ciência. Ele era um filósofo, um ser de outro planeta. À noite, a gente se reunia só para falar de filosofia, refletir sobre o Universo. Krieger é mais empreendedor. Carlini, aqui na Unifesp, era superousado. Sempre fomos muito ativos politicamente. Participei da criação do PT e fui vereador. Depois me afastei. Fiz todos os vídeos do PT porque tinha uma produtora de filmes.

De onde vem o Tufik?

É o nome do meu avô libanês. Os nomes da família estão todos errados. Meu bisavô se chamava José Kalil Sawaya. Ele deu o nome para o meu avô de Tufik José Kalil, com o nome dele como sobrenome. Aí meu avô colocou o nome dele como sobrenome do meu pai, Brasil Tufik. Todos os libaneses fazem isso no Brasil, não sei por quê. Continuamos com o Tufik, que na verdade não é sobrenome, é nome.

O gene empreendedor deve vir da família.

Vem dos libaneses. Meu pai era um empreendedor. Começou com uma loja, depois abriu um bar e trabalhou com construção. Não era engenheiro, mas ele próprio fazia as plantas. Quando me formei em medicina, ele queria abrir um hospital para mim. Eu falei que queria fazer ciência e ele ficou muito bravo. Disse que eu seria um barnabé, como naquela época se chamava o funcionário público que não trabalhava, mas depois viu que eu comecei a fazer outras coisas.

Certa vez, o senhor disse que criou a Afip porque não queria ser um cientista mendigo.



Para dormir bem, tem de reduzir o estresse. Não tem de sofrer tanto com os problemas da vida

No passado, os pesquisadores da Unifesp tinham problemas de financiamento. Na FAPESP diziam: “Você é federal, procure o CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] ou a Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]”. Quando chegava na Capes e no CNPq, diziam o contrário: “Mas você é de São Paulo, vai para a FAPESP”. Por isso, em 1976, eu tinha 28 anos, era ainda aluno de doutorado quando vi esse problema e pensei: “Vou abrir uma organização sem fins lucrativos para trazer dinheiro para pesquisa”. Começamos a fazer polissonografia particular. A primeira coisa que fiz foi dar um complemento para os técnicos de laboratório, para que ficassem depois das 17h e não perdêssemos os experimentos. Montávamos um laboratório para fazer pesquisa e depois desmontávamos. Pensei: “Vou parar com isso, não aguento mais monta e desmonta. Vou deixar funcionando, pegar um pouco de serviço e quando entrar uma pesquisa a gente faz”. Criei a Afip, uma fundação privada, ligada à Unifesp. Hoje a Afip tem 50 laboratórios e faz 6 milhões de exames por mês, a maioria para o SUS. Fazemos de 1 milhão a 2 milhões de testes por mês para

a prefeitura de São Paulo e de 2 milhões a 3 milhões para o estado. Tenho 3.600 funcionários. O que era para dar só uma ajuda foi crescendo e agora está em nove estados. Com o dinheiro que entra, pago funcionários para trabalhar no Departamento de Psicobiologia da Unifesp, dou espaço e insumos. O Instituto do Sono e este prédio são da Afip.

Mesmo com esses problemas de financiamento da Unifesp, o senhor teve aprovado e coordenou o Centro de Estudos do Sono por 10 anos, apoiado pela FAPESP.

Sim, e foi muito produtivo. Não sei por que não renovaram por mais 10 anos, fiquei chateadíssimo, porque estava tudo dando certo. Foi pelo centro que Marco Túlio de Mello descobriu que 48% dos motoristas profissionais, de uma amostra de 400, estavam cansados e com sono na hora de dirigir novamente, o que aumentava o risco de acidentes. Com base nesses dados, conseguimos mudar a legislação de trânsito, que agora inclui uma avaliação dos distúrbios de sono entre os critérios para obter a Carteira Nacional de Habilitação como motorista profissional. Depois de avaliar quase 8 mil pessoas, vimos também que os trabalhadores noturnos ou por turno ganhavam de 5 a 6 quilos (kg) de peso no primeiro ano e depois de 0,8 a 1,2 kg por ano. Eles comem mais comida calórica por estarem acordados, quando deveriam ingerir apenas alimentos mais leves, além de fazer exercícios.

Uma pergunta bem prática: como fazer para dormir melhor?

Você tem de entender seu organismo. Se está com sobrepeso, tem de emagrecer. Se não faz exercício, tem de fazer. Aquelas coisas que ninguém gosta de ouvir quando vai ao médico. Tem também de diminuir a luz à noite para a melatonina começar a subir e você dormir. Principalmente, tem de reduzir o estresse. Não tem que sofrer tanto com os problemas da vida. Se ficar nervoso, vai se desgastar ou agredir outras pessoas, e aí os problemas só aumentam. Tem de focar no problema e resolver, se for possível. Se não for, o melhor é esquecer. Do contrário, o sono vai embora mesmo. ■

Leia as reportagens de Pesquisa FAPESP com pesquisas sobre o sono em bit.ly/tagSono

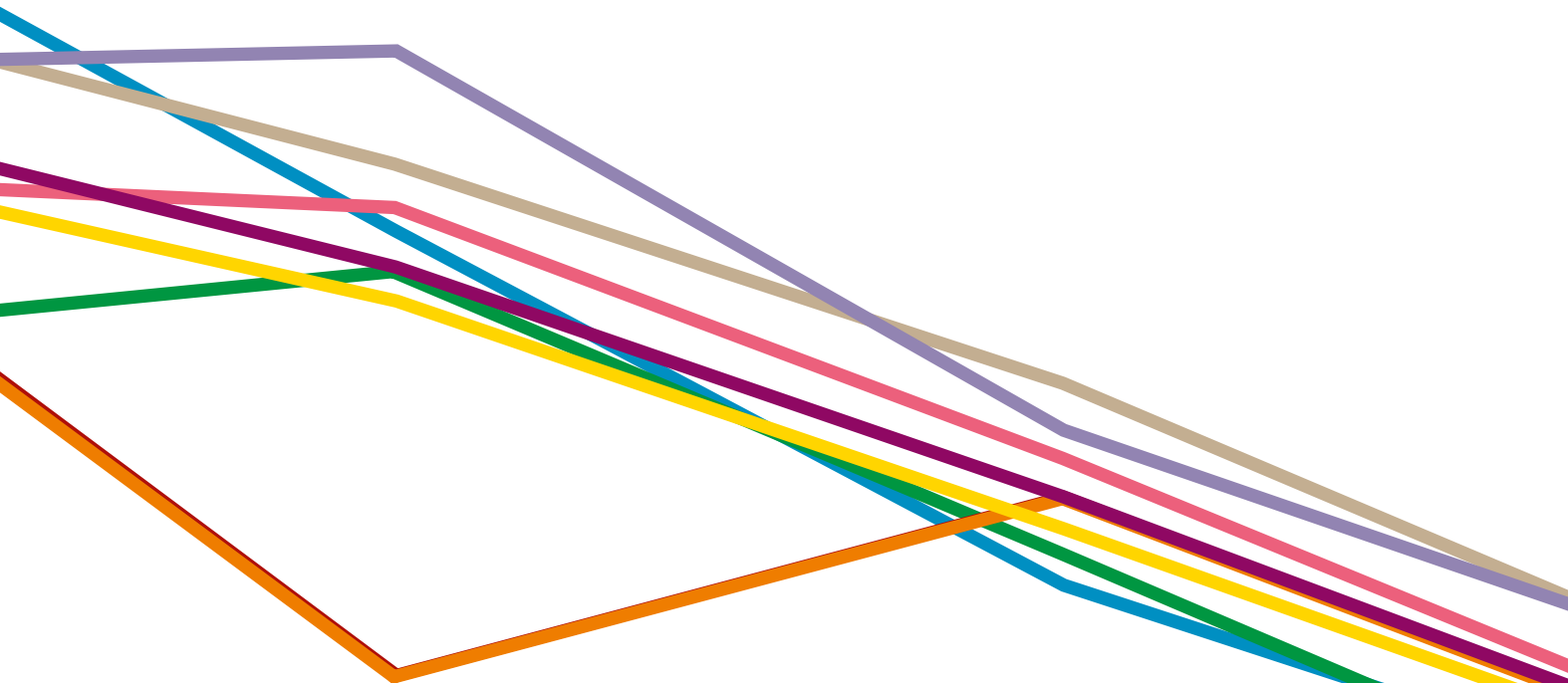
O TOMBO NA VACINAÇÃO INFANTIL

A pandemia aprofundou queda na imunização, que caiu 65% em alguns estados em 2020

Ricardo Zorzetto



Alguns dos 29 imunizantes disponíveis gratuitamente no sistema público de saúde brasileiro



São urgentes as ações para aumentar a imunização infantil e sustentá-la em um patamar elevado no Brasil. Depois de permanecer estável em níveis considerados altos por quase duas décadas, atingindo o ápice em 2015, a cobertura vacinal no país começou a cair. Em alguns casos, a redução inicial foi seguida de ligeira recuperação, antes de um novo declínio. De 2020 para cá

os índices, que já eram considerados baixos, despencaram, influenciados por condições impostas pela pandemia. Estudos recentes indicam que a aplicação de alguns imunizantes chegou a ter queda de 65% em alguns estados brasileiros em 2020. No mundo, a diminuição foi de cerca de 30% nos primeiros meses daquele ano.

A restrição do deslocamento das pessoas para reduzir a circulação do novo coronavírus, associada à mobilização de equipes da saúde para cuidar de doentes com Covid-19, ajudou a consolidar no Brasil um quadro temido por pediatras e epidemiologistas. De 15 vacinas que deveriam ser aplicadas até o quarto ano de vida e sobre as quais há mais informações disponíveis publicamente, pelo menos nove alcançaram índices inferiores aos recomendados pelas autoridades da saúde. Esses imunizantes protegem contra pelo menos 17 doenças infecciosas graves, algumas delas altamente transmissíveis, como o sarampo e a

coqueluche, ou incapacitantes, como a meningite e a infecção pelo vírus da poliomielite, que causa paralisia infantil e pode matar.

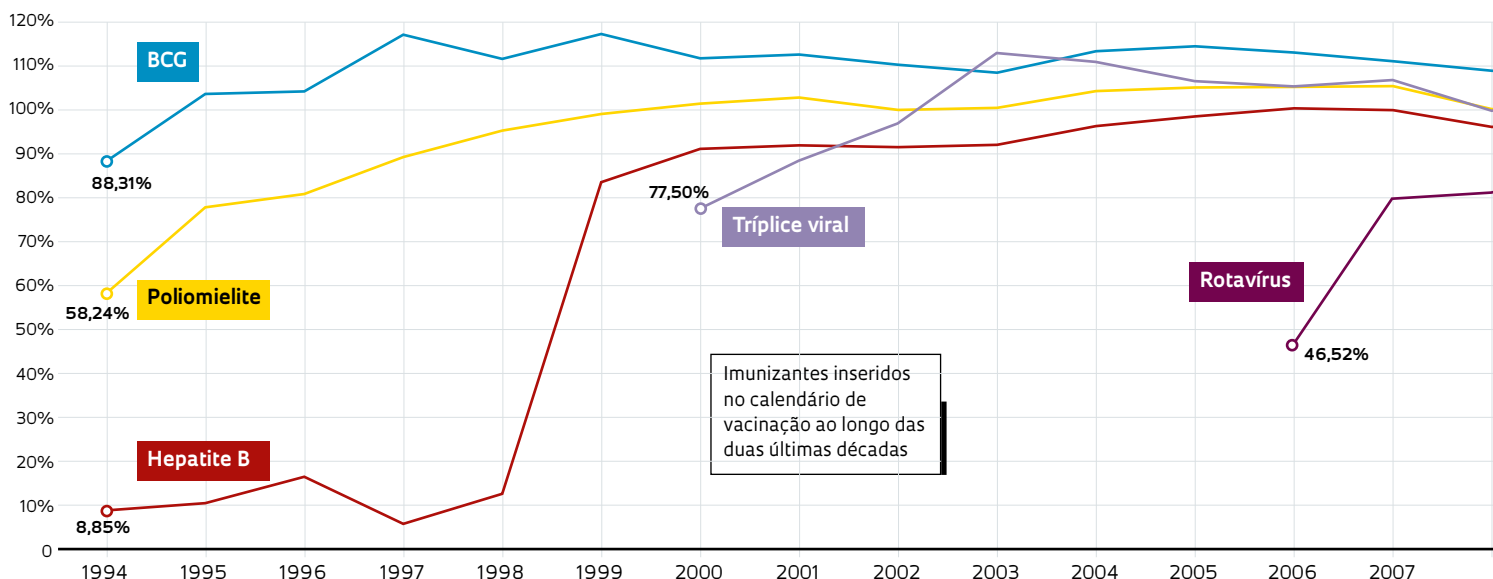
No Brasil, a vacinação de crianças, adultos e idosos é coordenada pelo Programa Nacional de Imunizações (PNI). Dados do sistema de informações do PNI, o SI-PNI/DataSUS, acessados pela reportagem de *Pesquisa FAPESP* em 10 de fevereiro mostram que a cobertura dessas nove vacinas alcançou em 2021, nos casos mais bem-sucedidos, 71% da população que deveria recebê-las. Só dois imunizantes – a vacina tríplice viral, contra sarampo, caxumba e rubéola; e a pneumocócica, que reduz o risco de desenvolver pneumonia, meningite e otite – atingiram esse patamar, que já é inferior ao preconizado pelo PNI. As demais registraram níveis de cobertura ainda mais baixos, incluindo a BCG, contra a tuberculose, que é aplicada na maternidade (*ver gráfico na página 34*).

“Esses números indicam que ao menos 900 mil crianças não foram vacinadas no país em 2021. Voltamos a apresentar índices de cobertura próximos aos da década de 1980”, afirma a socióloga Carla Domingues, que coordenou o PNI de junho de 2011 a julho de 2019.

Criado em 1973, o programa foi uma das primeiras políticas de saúde voltadas para a universalização das imunizações no país – e considerado por muito tempo um exemplo de sucesso no mundo. A partir de 1977, o PNI passou a administrar rotineiramente a BCG, além das vacinas contra o sarampo, a pólio e a tríplice bacteriana (DTP), que

ASCENSÃO E QUEDA DA VACINAÇÃO INFANTIL

Evolução da administração de nove imunizantes entre 1994, início do registro sistemático dos dados, e 2021



FONTE SI-PNI / DATASUS

protege da difteria, do tétano e da coqueluche (pertússis). A vacinação de rotina, somada às campanhas de imunização em massa ou de bloqueio (para conter surtos), tirou de circulação no país o vírus selvagem da pólio, que provocava cerca de 10 mil casos da doença por ano na década de 1980, e o da rubéola. Também quase extinguiu os de sarampo, difteria e coqueluche. O programa foi depois gradativamente ampliado e hoje fornece gratuitamente 29 imunizantes para crianças, jovens e adultos. Após quase atingir a cobertura universal entre 2010 e 2015, algo desandou e os índices de vacinação infantil começaram a cair. Houve uma ligeira recuperação em 2018, mas a tendência de queda retornou no ano seguinte e se agravou com a pandemia.

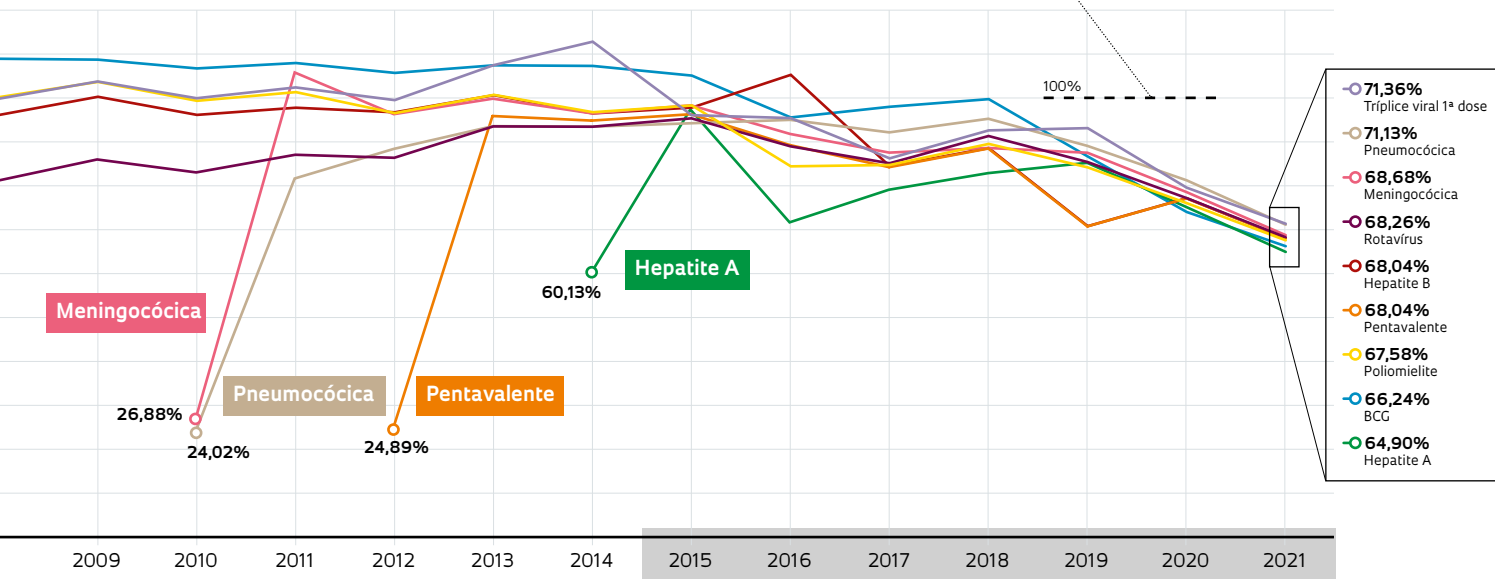
“Quando constatamos em 2017 que a queda estava se consolidando, o Ministério da Saúde agiu e, em parceria com secretarias estaduais e municipais da Saúde e sociedades científicas, promoveu uma mobilização nacional. Os números voltaram a subir, mas depois despencaram”, lembra Domingues, que na época estava à frente do PNI. “Manter níveis elevados de cobertura vacinal da população é um trabalho que exige continuidade”, ela explica. Especialistas em saúde pública afirmam que só se alcança essa continuidade em um sistema de saúde bem estruturado.

Os índices atuais de cobertura de ao menos nove vacinas aplicadas em crianças – BCG, hepatite A, hepatite B, meningocócica C, pentavalente, pneumocócica, pólio, rotavírus e tríplice viral – es-

tavam em 2021 de 23 a 39 pontos percentuais mais baixos do que em 2015 (ver gráfico na página 35). “Em que pese haver alguma imprecisão nos dados, esse cenário abre espaço para o ressurgimento de doenças que haviam sido eliminadas ou estavam controladas”, comenta o pediatra Renato Kfourri, presidente do Departamento de Imunizações da Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) e diretor da Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIIm) e de uma clínica privada de vacinação. “Uma das enfermidades que costumam aparecer primeiro é o sarampo, causado por um vírus de fácil transmissão que ainda não está controlado em muitos países. Há ainda o risco de aumentarem os casos de difteria e coqueluche e de reaparecer a pólio.”

Ainda que sujeitos a alterações até março, prazo final para os municípios enviarem seus dados ao PNI, os números de 2021 dificilmente atingirão os valores recomendados. A Organização Mundial da Saúde (OMS) preconiza que essas vacinas sejam administradas a pelo menos 90% da população infantil, caso da BCG e do imunizante contra o rotavírus, que reduz o risco de diarreias severas. Para as demais, a cobertura recomendada é de 95%. Só assim torna-se possível atingir a chamada imunidade coletiva e proteger contra essas enfermidades

Por anos, a cobertura de algumas vacinas ultrapassava a totalidade da população-alvo possivelmente por haver superestimação, decorrente da forma como os números eram contabilizados: com base no total de doses que os municípios relatavam ter aplicado, e não no número de pessoas imunizadas, como gradualmente passou a ocorrer a partir de 2012



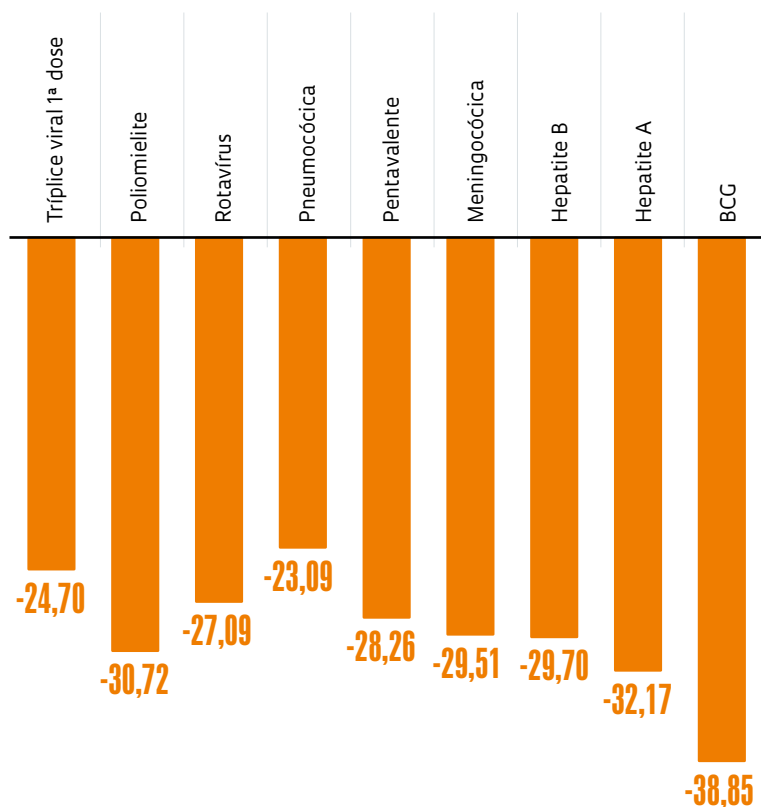
tanto as crianças vacinadas quanto aquelas que não receberam os imunizantes.

A reportagem de *Pesquisa FAPESP* solicitou ao Ministério da Saúde uma avaliação sobre as causas dessa queda e a gravidade da situação, além da descrição de ações que vêm sendo tomadas para reverter o quadro. Por meio de nota, a pasta respondeu que “vem realizando diagnóstico das quedas de coberturas vacinais por meio de estudos de inquéritos de coberturas vacinais e do monitoramento rápido de cobertura”. O texto diz ainda que outras iniciativas têm sido adotadas, como o fortalecimento das ações conjuntas com os serviços de atenção primária à saúde, executores da vacinação, e a realização de campanhas nacionais de vacinação, como a da Multivacinação, ocorrida em outubro e novembro de 2021. O ministério informa estar agindo na qualificação de recursos humanos que trabalham na área de imunização e ter firmado uma parceria com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) para implementar o projeto Reconquista das Altas Coberturas Vacinais, que deve começar em breve a testar, de forma piloto, ações individualizadas para elevar o índice de vacinação das crianças em 41 municípios do Amapá e da Paraíba.

Parte da queda na cobertura vacinal observada nos últimos dois anos pode ser atribuída à pandemia causada pelo novo coronavírus. Estudos recentes comparando os números da vacinação infantil em anos pré-Covid-19 com os registrados após o início da circulação do Sars-CoV-2 indicam um impacto nada desprezível.

A MAGNITUDE DO DECLÍNIO

As barras mostram quanto diminuiu a cobertura de nove vacinas de 2015 a 2021 (em pontos percentuais)



FONTE: SI-PNI/DATASUS

Em um artigo publicado em agosto de 2021 no *Journal of Medical Microbiology*, a bioquímica Marcelle Moura Silveira, da Faculdade Anhanguera, em Pelotas, Rio Grande do Sul, e colaboradores da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL) analisaram como evoluiu entre 2015 e 2020 a administração de quatro imunizantes (as vacinas BCG, meningocócica, pneumocócica e tríplice bacteriana). A maior redução ocorreu em 2020, quando a pandemia se instalou. De 2019 para 2020, a aplicação dos quatro imunobiológicos caiu entre 10 e 23 pontos percentuais.

Esses não foram os únicos imunizantes cuja administração caiu no período. Na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), um grupo liderado pela pesquisadora Tércia Moreira Ribeiro da Silva comparou a aplicação de outra importante vacina infantil, a tríplice viral, em dois momentos: de abril de 2019 a março de 2020, antes da adoção de medidas de distanciamento social no país, e de abril a setembro de 2020, quando as pessoas passaram a circular menos e as ruas das cidades ficaram mais vazias. De acordo com os resultados, publicados em dezembro de 2021 na revista *BMC Infectious Diseases*, a aplicação mensal de doses desse imunizante diminuiu, em média, 43%, passando de 1,6 milhão no primeiro período para 935 mil no segundo.

Essa queda foi desigual no país e mais relevante – e significativa do ponto de vista estatístico, variando de 48% a 65% – em sete estados: três da região Norte (Acre, Amazonas e Roraima), dois do Nordeste (Paraíba e Sergipe), um do Sudeste (Rio de Janeiro) e um do Sul (Santa Catarina). Uma

análise da distribuição dos municípios com baixa cobertura indicou que, no Norte e em parte do Nordeste, eles se encontram muitas vezes bem próximos, formando bolsões de pessoas vulneráveis à infecção pelo vírus do sarampo, da caxumba e da rubéola. “Há uma probabilidade maior de esses vírus, em especial o do sarampo, voltarem a circular nessas áreas”, afirma Tércia Ribeiro da Silva.

A

pandemia está por trás dessa redução, mas provavelmente não atua sozinha. Em um trabalho anterior, publicado em 2020 na *Revista Mineira de Enfermagem*, a equipe da UFMG havia observado que a disponibilidade da tríplice viral era um pouco menor nos municípios da região Norte do que nos das outras quatro. Examinando a situação de 19.752 pontos de vacinação espalhados pelo território nacional, medida em 2013 e 2014 pelo Programa de Melhoria da Qualidade da Atenção Básica, encerrado pelo atual governo federal, o pesquisador Ed Wilson Vieira, com o auxílio de Tércia Ribeiro da Silva e colaboradores, constatou que a probabilidade de haver vacina disponível era menor nos serviços de imunização com pior infraestrutura. Essas unidades não tinham sala de vacinação ou a compartilhavam com outras atividades, e às vezes nem possuíam uma geladeira ou caixa térmica exclusivas para armazenar os imunizantes.

Talvez não seja por acaso que o vírus do sarampo tenha sido reintroduzido no Brasil em 2018 a partir da região Norte. Depois de registrar poucos casos em 2015, o país recebeu no ano seguinte uma certificação de nação livre desse agente infeccioso, concedida pela Organização Pan-americana da Saúde (Opas). Com a queda na cobertura vacinal, no entanto, o vírus do sarampo voltou a circular. Foram registrados 10,4 mil casos em 2018; 21 mil em 2019; e outros 8,4 mil em 2020, acompanhados de algumas dezenas de óbitos.

Um dos países mais afetados pela pandemia de Covid-19, com 27,5 milhões de pessoas infectadas com o novo coronavírus e quase 640 mil mortes registradas até meados de fevereiro deste ano, o Brasil não foi o único a apresentar uma redução importante na imunização contra outras doenças. Um grupo liderado pela pediatra Anita Shet, da Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos, reuniu informações sobre o número de doses da DTP e da vacina contra o sarampo administradas em 2019 e 2020 em 170 nações. Publicado em fevereiro deste ano na *The Lancet Global Health*, o trabalho registrou uma queda de aproximadamente 30% nas taxas de aplicação dos dois imunizantes no mundo todo, principalmente no



Criado em 1986 pelo artista gráfico mineiro Darlan Rosa para diminuir o tom aterrador das ações de vacinação, o personagem Zê Gotinha foi garoto-propaganda das campanhas de erradicação da pólio e se tornou mascote do PNI



3



5



4

Crianças recebem vacina contra a pólio (*no alto, à esq.*) e sarampo (*à dir.*) durante campanha de imunização realizada em 2018 no Rio de Janeiro; ao lado, vacinação infantil contra a Covid-19 em São Paulo

primeiro semestre de 2020. Das Américas, havia dados de 27 países e três territórios. Em 16 deles (53%), houve interrupção ao menos parcial nas imunizações, por redução na demanda, dificuldade de obter vacinas, limitação da disponibilidade de profissionais para aplicá-las, entre outros fatores. Segundo estimativa da OMS e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), um contingente extra de 4 milhões de crianças deixou de ser vacinado em 2020, elevando o total de não imunizados naquele ano para 23 milhões.

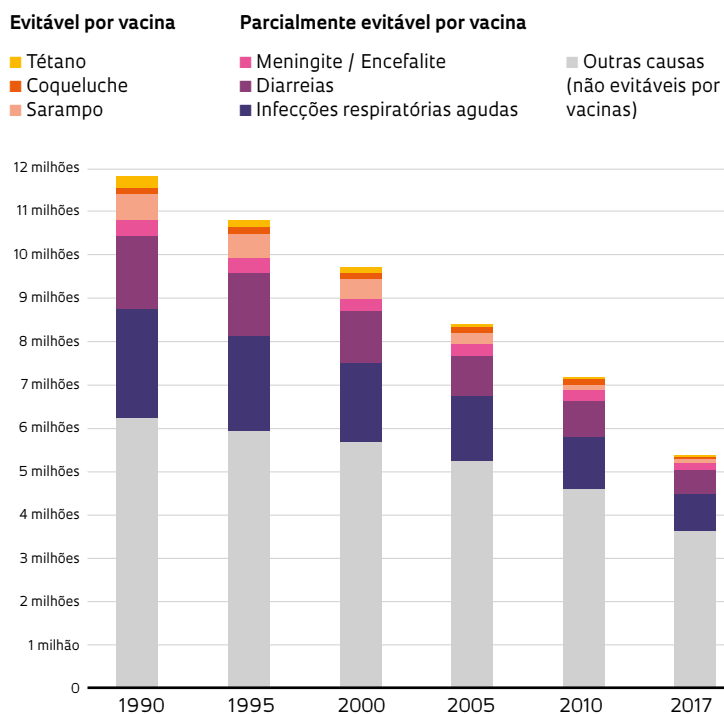
Aprimoradas ao longo de mais de dois séculos, as vacinas tornaram-se uma das estratégias mais eficazes para salvar vidas. Dados da OMS indicam, por exemplo, que a aplicação de imunizantes reduziu o número de casos de sarampo no mundo, de 854 mil em 2000 para cerca de 150 mil em 2020, e de caxumba, de 544 mil para 270 mil no mesmo período. Sugerem ainda que as vacinas evitam a cada ano a morte de 4 a 5 milhões de crianças. De acordo com o Instituto de Métricas e Avaliação em Saúde (IHME), ligado à Universidade de Washington, nos Estados Unidos, o uso disseminado dos imunizantes nas últimas décadas reduziu de 5,5 milhões em 1990 para 1,8 milhão em 2017 o número de óbitos de crianças menores de 5 anos por doenças que podem ser total ou parcialmente evitadas com a vacinação.

É incontestável o avanço na cobertura vacinal observado no mundo nas últimas quatro décadas. Em um trabalho recente, coordenado por Stephen Lim e Jonathan Mosser, do IHME, um grupo internacional de pesquisadores examinou a evolução do uso rotineiro de 11 imunizantes em 204 países entre 1980 e 2019. Publicado em agosto do ano

EVOLUÇÃO DA MORTE DE CRIANÇAS NO MUNDO

O total de óbitos de menores de 5 anos por doenças que podem ser prevenidas com vacinação diminuiu de 5,5 milhões em 1990 para 1,8 milhão em 2017

CAUSA DA MORTE (DOENÇAS)



FONTE: OUR WORLD IN DATA / IHME

passado na revista *The Lancet*, o estudo revelou a existência de um padrão universal. A proporção de pessoas imunizadas – em especial com as vacinas contra sarampo, poliomielite e difteria, tétano e coqueluche – cresceu no mundo todo. Passou de cerca de 40% da população mundial nos anos 1980 para algo ao redor dos 80% no final da década passada. Nesse intervalo de tempo, o total de crianças não vacinadas caiu de 56,8 milhões para 14,5 milhões. A cobertura vacinal sofreu um incremento rápido na década de 1980 e desacelerou um pouco nas duas seguintes: em 2010, quase 120 países conseguiram administrar os três imunizantes a 90% das crianças. A partir daquele ano, porém, começou um retrocesso: os índices de vacinação caíram em 94 países – entre eles, o Brasil, um dos poucos em que ainda havia em 2019 crianças sem nenhuma dose das principais vacinas.

Em 2018, quando surgiram os sinais mais consistentes de queda na imunização das crianças brasileiras, a reportagem de *Pesquisa FAPESP* entrevistou pediatras, imunologistas, epidemiologistas e autoridades sanitárias em busca de explicações. Na época, os especialistas enumeraram ao menos nove razões para justificar o fenômeno (ver *Pesquisa FAPESP* nº 270). Os motivos iam da percepção enganosa de que já não existiriam mais algumas das doenças que podem ser evitadas pelos imunizantes ao desconhecimento do calendário vacinal, que se tornou mais complexo

e exige uma dezena de visitas ao posto de saúde até os 15 meses de vida (ver na versão online da reportagem). Incluíam ainda o medo de potenciais reações adversas causadas pelos imunizantes, o receio de que o número elevado de vacinas pudesse sobrecarregar o organismo e a falta de tempo dos genitores para levar os filhos às unidades de saúde, que em geral funcionam em horário comercial. Havia também o impacto da mudança no sistema de documentação das aplicações, que a partir de 2012 foi substituído nas 36 mil salas de vacinação dos municípios brasileiros por um mais trabalhoso, que exigia o registro do nome e de outros dados das pessoas imunizadas. E não se descartava o efeito da circulação de notícias falsas sobre vacinas, além da ação organizada de grupos contrários à imunização, incipientes no Brasil e mais ativos na Europa e na América do Norte, como atestam os recentes protestos de caminhoneiros e de outros manifestantes contra a exigência de passaporte vacinal de Covid-19 no Canadá.

“Todas essas razões existem e continuam válidas. O impacto de algumas parece ter sido reforçado nos últimos anos com a intensificação da atividade de grupos antivacina e espalhadores de notícias falsas nas redes sociais e a manifestação de autoridades públicas brasileiras falando abertamente contra os imunizantes”, afirma o pediatra e epidemiologista Fernando Barros, professor da UFPel e da Universidade Católica de Pelotas (UCPel), que acompanha a evolução da vacinação infantil. “Antes todos falavam com muito cuidado e responsabilidade sobre as vacinas. Como qualquer fármaco, elas podem causar eventos adversos, que, no entanto,

O QUE FALTA CONHECER DO PROBLEMA

Reverter a queda na imunização infantil exigirá conhecer a dimensão do problema e identificar suas causas reais. Para isso, afirmam os especialistas, é necessário investigar a questão usando duas estratégias distintas e complementares: os estudos quantitativos e os qualitativos.

O primeiro tipo se vale da realização de medições para quantificar um determinado atributo – por exemplo, contar o número de crianças não vacinadas em uma cidade – para depois, com o auxílio de métodos estatísticos, buscar as possíveis relações com outros atributos. Ele permite identificar padrões e tendências associados a um fenômeno. *Grosso modo*, ajuda a conhecer o tamanho do problema.

Já o segundo tipo baseia-se na coleta de informações por meio de entrevistas

e observações e possibilita encontrar os motivos que geram os padrões ou tendências. “Em nossos estudos, nós, epidemiologistas, frequentemente encontramos associações entre dois fatores e apresentamos hipóteses plausíveis para explicá-las, mas é a pesquisa qualitativa que, ao identificar as razões apresentadas pelas pessoas, permite confirmar ou refutar essas explicações”, conta Fernando Barros, da UFPel.

Na elaboração desta reportagem, os entrevistados levantaram muitas questões que estão por ser respondidas, usando uma ou outra estratégia de investigação.

São perguntas como: qual a proporção de crianças efetivamente imunizadas no país? A cobertura vacinal é homogênea? Há bolsões de pessoas não protegidas? Se existem, onde estão? Há vacinas disponíveis

nos postos de regiões com baixos níveis de imunização? Como é a estrutura desses postos? Quais as estratégias mais eficientes para informar a população sobre a importância da imunização? Há dificuldade de acesso às salas de vacinação? Os pais e as mães conhecem quantas e quais vacinas as crianças devem tomar? Consideram importante a imunização dos filhos? Confiam na segurança e na eficácia das vacinas? São contrários à vacinação? Por quais motivos deixam de imunizar os filhos? Qual a efetividade da divulgação das campanhas de vacinação via mídia tradicional e mídias sociais? Além de muitas outras.

“Precisamos conhecer a resposta a muitas delas para identificar as estratégias que permitam restabelecer de modo eficiente a confiança nas vacinas e na importância de tomá-las”, diz Eliseu Waldman, da USP.

No início de fevereiro, manifestantes protestavam contra a obrigatoriedade do passaporte de vacinação contra a Covid-19 no centro de Toronto, no Canadá



são extremamente raros”, relata o epidemiologista Eliseu Waldman, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP).

A esses fatores, agravados pelo impacto da pandemia sobre os serviços de saúde, somam-se outros, como problemas de infraestrutura e necessidade de melhorar a capacitação dos profissionais que atuam nas salas de vacinação. Na elaboração do projeto Reconquista das Altas Coberturas Vacinais, encampado em dezembro pelo Ministério da Saúde, o virologista Akira Homma, assessor científico sênior do Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos da Fiocruz, o Bio-Manguinhos, visitou 15 municípios da Paraíba e do Amapá e conversou com prefeitos, secretários, além dos funcionários responsáveis pela aplicação das vacinas. Encontrou condições bastante heterogêneas nas salas de imunização. Algumas eram muito limpas e bem equipadas, enquanto outras apresentavam problemas de infraestrutura, como falta de geladeira adequada para armazenar os imunizantes. Quase sempre observou vacinadores desmotivados, que ganhavam baixos salários e, às vezes, tinham de completar a renda com outros trabalhos. “Precisamos valorizar o trabalho de quem atua na ponta e estimular essas pessoas a serem mais ativas na busca de quem está com a imunização incompleta, além de fazer a sociedade voltar a perceber a imunização como um dos mais importantes instrumentos para garantir a saúde da população”, afirma Homma.

Outro problema é uma certa desarticulação do Sistema Único de Saúde (SUS), marcada pela piora nos últimos anos nos indicadores de várias doenças e de mortalidade infantil, e do próprio PNI.

De meados de 2019 para cá, o programa trocou de coordenador quatro vezes. A reportagem de *Pesquisa FAPESP* requisitou uma entrevista com a farmacêutica Samara Furtado Carneiro, que assumiu a coordenação do PNI em janeiro, mas foi informada pela assessoria de imprensa do ministério de que o pedido não poderia ser atendido. “Os estados e os municípios trabalham bem, mas a coordenação nacional é necessária”, reforça Barros, da UFPel.

Como havia sido escrito em 2018, todas as causas listadas para explicar a queda continuada na cobertura vacinal no país são plausíveis, ainda que variem de uma região para outra. Até hoje, porém, não se conhece a contribuição de cada uma delas para o fenômeno. Com um novo inquérito nacional em fase de conclusão, Carla Domingues e o epidemiologista José Cassio de Moraes, da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, pretendem diminuir as incertezas e conhecer melhor por que razão uma parte dos brasileiros deixou de vacinar os filhos nos últimos anos. Com financiamento do Ministério da Saúde e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), um grupo de pesquisadores está entrevistando cerca de 40 mil mães, pais ou responsáveis por crianças em 27 capitais e algumas cidades com mais de 200 mil habitantes e fotografando a carteira de vacinação. “Queremos saber qual proporção de crianças com vacinação completa, qual parcela dos pais tem dificuldade de levar o filho ao posto de saúde, quantos enfrentam falta de vacina, entre outras coisas”, conta Moraes. ■

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



OBSTÁCULOS PARA A INCLUSÃO

A adoção de políticas afirmativas pelas universidades brasileiras nas últimas décadas ampliou o acesso de indivíduos de baixa renda, pretos, pardos e indígenas ao ensino superior. No entanto, essa estratégia ainda enfrenta desafios para se consolidar no sistema de pós-graduação. A conclusão consta de levantamentos feitos nos últimos cinco anos por pesquisadores do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap) e do Grupo de Estudos Multidisciplinares da Ação Afirmativa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Eles analisaram editais de seleção de 2.763 programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) entre 2002 e 2018. Verificaram que o número de programas com políticas afirmativas

cresceu 329,3% entre 2015 e 2018, de 174 para 737. Esse contingente, porém, abrange apenas 26,4% da amostra avaliada. “Apesar do crescimento dessas iniciativas, ainda há muito espaço para avançar”, diz a cientista política Anna Venturini, do Cebrap, uma das autoras dos trabalhos.

Desde o início dos anos 2000, os programas de pós-graduação investem em medidas afirmativas, seja em decorrência de decisões próprias ou por determinação de leis estaduais e resoluções das universidades. Ainda em 2002, por exemplo, a Universidade do Estado da Bahia (Uneb) estabeleceu uma política dessa natureza voltada à entrada de pretos e indígenas em seus cursos de mestrado e doutorado.

Esse movimento ganhou força a partir de 2016, quando o Ministério da Educação publicou uma

afirmativas no período, 22,9% eram dessa área do conhecimento. “As humanidades têm uma longa tradição de estudos sobre as desigualdades socioeconômicas e étnico-raciais no acesso ao ensino superior”, afirma o antropólogo Jocélio Teles dos Santos, do Centro de Estudos Afro-orientais da Universidade Federal da Bahia (UFBA), que não participou dos estudos. “É natural que elas sejam mais sensíveis a essas questões e invistam mais na implementação de estratégias para mitigar esse problema.”

Por sua vez, os programas de ciências exatas e da Terra, e também das engenharias, foram os que menos criaram medidas dessa natureza. “Os resultados sugerem que essas áreas, na pós-graduação, são mais resistentes às políticas de ação afirmativa”, destaca o cientista político João Feres Júnior, da Uerj, um dos autores dos trabalhos. Os reflexos dessa tendência podem ser observados no modo como as medidas foram instituídas: dos 134 programas que adotaram ações afirmativas por decisão interna, 50% são ligados às ciências humanas e apenas 1,5% às ciências exatas e da Terra.

No caso das engenharias, nenhum programa no país adotou medidas afirmativas por iniciativa própria nas últimas décadas. “Eles só o fizeram quando obrigados por leis estaduais ou resoluções das universidades”, diz Venturini. “Nesses casos, as políticas valem para todos”, completa a pesquisadora, esclarecendo que os programas têm liberdade para estabelecer normas e critérios próprios para a seleção de seus estudantes, diferentemente do que ocorre na graduação.

A resistência observada nas exatas estaria ligada ao que Venturini classifica como “cultura de conservadorismo meritocrático”. “Os processos seletivos nesses programas tendem a valorizar menos a trajetória de vida dos candidatos, baseando-se

apenas na ideia de que os mais qualificados são os que obtiveram mais pontos na avaliação”, diz. “Ocorre que muitos alunos cotistas precisam trabalhar durante a graduação, o que os impede de se engajar em atividades valorizadas pelos programas quando da avaliação para ingresso no mestrado e doutorado, como iniciação científica, participação em grupos de pesquisa e eventos acadêmicos.”

Essa lógica, segundo ela, é bastante presente nas ciências exatas, o que as torna mais resistentes a políticas desenhadas para corrigir desigualdades no ensino superior. “Muitos coordenadores de programas de pós-graduação que entrevistei disseram não se importar com a cor ou origem dos candidatos, mas se eles eram capazes de acompanhar o desenvolvimento dos cursos”, diz a cientista política. “Nesse sentido, a adoção de ações afirmativas prejudicaria ‘os candidatos com mais mérito.’”

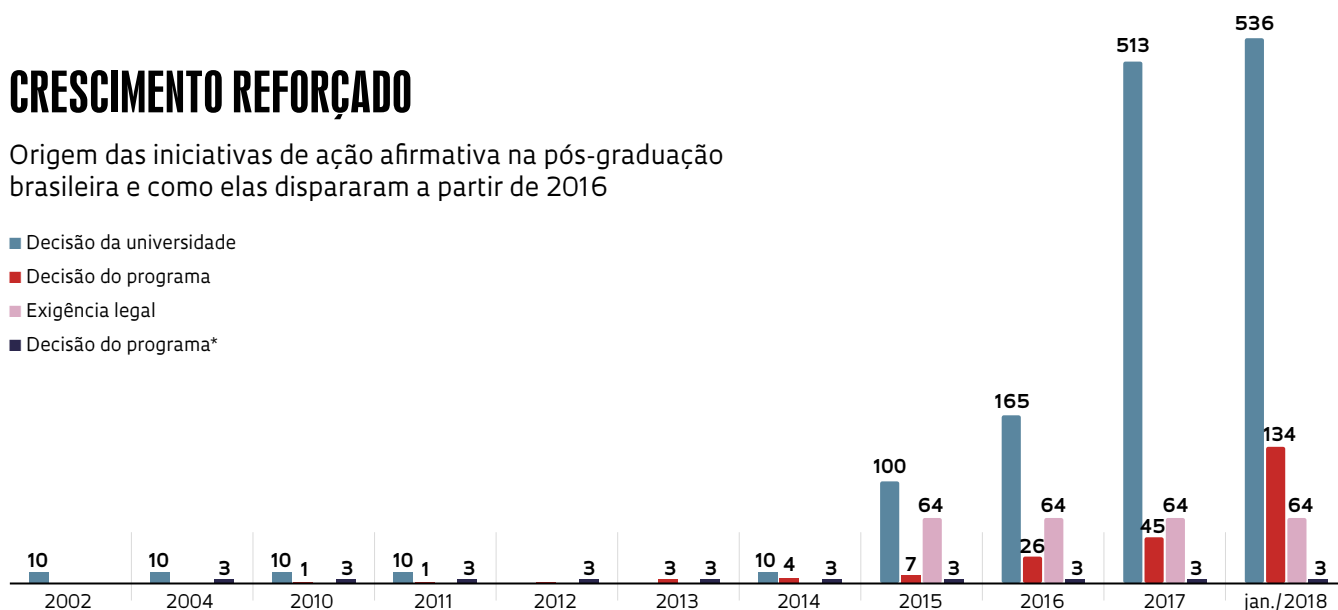
O sociólogo da educação Adriano Senkevics, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), acrescenta que essas áreas “estão ligadas a setores elitizados do ensino superior, os quais, historicamente, são mais reativos a mudanças em seu campo”. Para ele, não dá para esperar que as mudanças se materializem por iniciativa dos programas. “É preciso que elas sejam instituídas pelos órgãos centrais das universidades ou por legislação.”

Em seus estudos, Venturini e Feres Júnior identificaram resistência semelhante ao cruzarem os dados sobre políticas afirmativas com os conceitos obtidos pelos programas na última avaliação quadrienal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), usada para

CRESCIMENTO REFORÇADO

Origem das iniciativas de ação afirmativa na pós-graduação brasileira e como elas dispararam a partir de 2016

- Decisão da universidade
- Decisão do programa
- Exigência legal
- Decisão do programa*



FONTE VENTURINI, A. C. JOURNAL OF COMPARATIVE POLICY ANALYSIS: RESEARCH AND PRACTICE. 2022

* POR INCENTIVO DO PROGRAMA DE DOTAÇÕES PARA MESTRADO EM DIREITOS HUMANOS NO BRASIL, LANÇADO EM 2003 PELAS FUNDAÇÕES CARLOS CHAGAS E FORD

aferir a qualidade dos cursos de mestrado e doutorado do país e nortear a distribuição de bolsas e verbas para pesquisa. Os que receberam notas 6 e 7, as mais altas, responderam por 11,5% das iniciativas de ações afirmativas. No caso daqueles com notas 3 e 4, esse número foi de 71%.

A relutância dos programas mais bem avaliados, segundo Venturini, pode estar ligada à preocupação de que esse tipo de política comprometa sua qualidade e seu *status*, devido à eventual necessidade de ampliação dos prazos para defesa de teses e dissertações, aproveitamento menor dos estudantes e impacto de suas publicações. “Até o momento, porém, não há evidências de que mudanças nos critérios para admissão de estudantes na pós-graduação tenham impacto negativo no desempenho dos programas ou na avaliação quadrienal da Capes.”

De modo geral, dos 737 programas que adotaram políticas afirmativas nos últimos anos, 63,9% o fizeram por meio do sistema de cotas, em que um percentual das vagas disponíveis é reservado para determinados grupos. Os estudantes pretos, pardos e indígenas foram os que mais se beneficiaram dessas medidas. Algumas iniciativas também contemplaram pessoas com deficiência, refugiados, transexuais e travestis. É o caso da UFBA, que em 2017 aprovou uma política de ação afirmativa voltada a transgêneros em seus programas de pós-graduação.

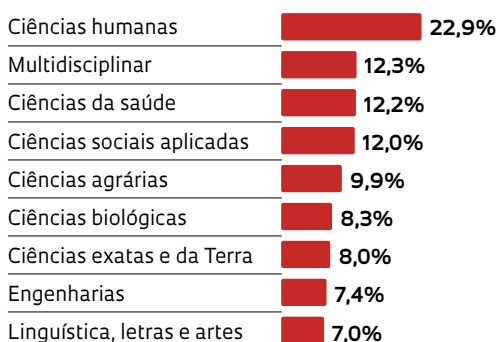
Contudo, ao analisar essas estratégias em mais detalhes, Venturini constatou que, em muitos casos, a adoção de ação afirmativa pouco alterou o processo de avaliação. Os beneficiários de cotas e candidatos regulares são submetidos às mesmas etapas no processo de seleção. “É comum candidatos de grupos minoritários serem eliminados nos estágios iniciais por conta da exigência de proficiência em línguas estrangeiras, por exemplo”, diz Jocélio dos Santos, da UFBA.

Ele cita o caso da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo (FD-USP), quando da criação de sua pós-graduação em direitos humanos. “O edital estabelecia o exame de proficiência em língua estrangeira como eliminatório na primeira etapa do processo seletivo, de modo que, dos 61 alunos que se candidataram às vagas reservadas, apenas quatro passaram no exame de idioma.”

A FD-USP está corrigindo esse problema. Ana Elisa Bechara, vice-diretora da instituição, informa que em 2021 a faculdade iniciou um projeto piloto com 20 vagas extras para pretos, pardos, indígenas e pessoas com deficiência. “Também as provas de proficiência em idioma estrangeiro deixaram de ser eliminatórias”, ela diz. “Os candidatos reprovados no teste poderão refazê-lo até o exame de qualificação, desde que tenham sido aprovados nas demais etapas do processo seletivo.” A faculdade trabalha ainda em parcerias com estruturas da própria USP e entidades estudantis para oferecer cursos de idioma gratuitos a esses grupos.

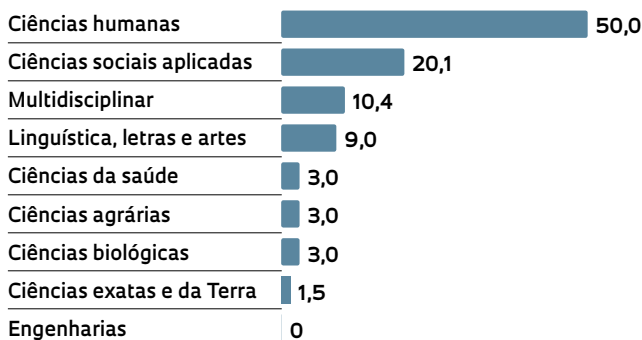
ADESÃO DESIGUAL

Proporção de programas de pós-graduação com algum tipo de ação afirmativa até 2018 por área do conhecimento



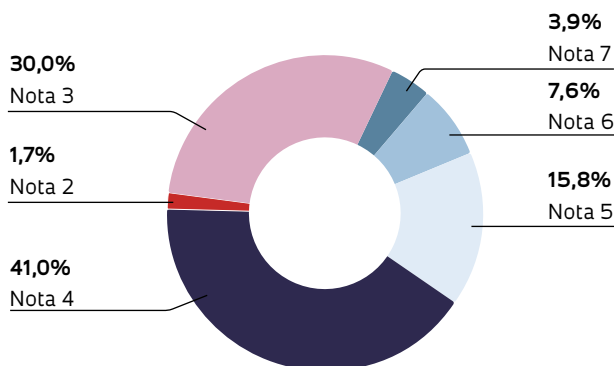
ADOÇÃO ESPONTÂNEA

Proporção de programas que instituíram políticas afirmativas por iniciativa própria, por área do conhecimento



ESPAÇOS DE EXCELÊNCIA

Distribuição de programas com políticas afirmativas segundo nota de avaliação da Capes



FONTE VENTURINI, A. C. E. JÚNIOR, J. F. CADERNOS DE PESQUISA. 2020

Segundo a socióloga Rosana Heringer, da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), “a manutenção dos critérios tradicionais de seleção pode comprometer a efetividade de estratégias originalmente pensadas para ampliar o acesso de grupos vulneráveis à pós-graduação”. Adriano Senkevics completa: “A pós-graduação no Brasil está tendo de se preparar para receber um público diferente daquele com o qual estava acostumada e precisa ter em mente que as barreiras enfrentadas por indivíduos de baixa renda, pretos, pardos e indígenas não são removidas apenas com a criação de cotas”.

Jocélio dos Santos sugere que os programas diminuam a nota de corte das provas de proficiência para indivíduos que se candidatam pelo sistema de cotas. “Na Unifesp”, diz Ricardo Bertolla, pró-reitor adjunto de Pós-graduação e Pesquisa da instituição, “adotamos parâmetros mais adequados às realidades das comunidades que nos procuram na pós-graduação”. Um avanço nesse sentido, segundo ele, foi reconhecer o português como língua estrangeira para candidatos surdos e indígenas.

Mas há um problema: é praticamente impossível fazer alguns cursos de pós-graduação sem um conhecimento mínimo do inglês, avalia Fernanda Estevan, professora associada da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV). “Quase toda a bibliografia usada em economia, por exemplo, baseia-se em livros e artigos escritos nesse idioma, a maioria sem tradução para o português”, diz. “Por essa razão, não adianta eliminar a prova de proficiência sabendo que o estudante será exposto ao inglês desde o início do curso.”

Estevan explica que as métricas de avaliação dos programas são internacionalizadas, baseadas na publicação de artigos em revistas estrangeiras de alto impacto, em colaborações com pesquisadores e instituições de outros países, além de estágios de pós-doutorado no exterior. “É claro que as instituições precisam investir em estratégias que corrijam desigualdades históricas no sistema de pesquisa nacional, mas não é simples remar contra a maré em relação ao que as agências de fomento e a própria comunidade científica exigem.”

Na avaliação de Heringer, porém, muitos candidatos estão preparados para fazer a pós-graduação sem proficiência em inglês. “Não vejo o domínio de qualquer idioma como indicativo de qualificação para ingressar na pós-graduação, mas como algo que deve ser incluído na formação dos indivíduos ao longo do curso”, comenta.

Alguns programas, como os do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Esta-

dual de Campinas (IFCH-Unicamp), deixaram de aplicar provas de proficiência na seleção de novos estudantes, oferecendo-lhes prazo maior para que comprovem o domínio de idiomas estrangeiros. “Procuramos priorizar a qualidade dos projetos de pesquisa”, afirma a socióloga Bárbara Geraldo de Castro, coordenadora da pós-graduação do instituto. Medidas como essas têm atraído cada vez mais esses estudantes para a pós-graduação, sobretudo pretos e pardos. “O número de inscritos nos nossos programas via ação afirmativa cresce desde 2016”, diz Castro. Na sua avaliação, o principal desafio envolve as medidas de permanência.

A ausência dessas estratégias constitui um desafio à consolidação das ações afirmativas na pós-graduação, especialmente em um cenário de redução de recursos para bolsas e projetos de pesquisa. “Muitos cursos exigem dedicação exclusiva”, destaca Heringer. “Como esses estudantes, quase todos economicamente vulneráveis, podem se manter sem bolsa?” A estratégia usada no programa de pós-graduação em educação da UFRJ foi a de submeter todos os candidatos aprovados a um único edital, no qual são avaliados de acordo com critérios que levam em conta não apenas seu desempenho durante a seleção, mas também sua condição socioeconômica e se é cotista ou não. “Tentamos avaliar o mérito dos candidatos e ao mesmo tempo considerar sua trajetória de vida.” O problema, segundo ela, é que, muitas vezes, para um novo estudante conseguir uma bolsa, é preciso esperar um outro concluir o curso.

O IFCH-Unicamp procura priorizar os cotistas por meio de dois sistemas de distribuição. “Alguns programas se baseiam apenas na avaliação da situação socioeconômica dos candidatos, outros separam os classificados em duas listas e distribuem os auxílios alternadamente para o primeiro colocado no processo geral e para o primeiro entre os cotistas, e assim por diante”, explica Castro. A estratégia gerou tensões à época de sua implementação. “Muitos não cotistas se frustraram porque passaram entre os primeiros colocados, mas não conseguiram bolsa.” O instituto chegou a amanhecer pichado com ofensas racistas.

As políticas de permanência também envolvem estratégias para evitar que os cotistas sejam discriminados. “Estamos lutando para que esse problema não se instale na pós-graduação”, comenta Atique, da Unifesp. “Muitos candidatos temem se matricular e sofrer retaliações por serem cotistas.” A estratégia usada hoje é a de não divulgar, com destaque, a condição de cotista dos aprovados nas vagas reservadas. “Essas medidas são importantes para garantir que esses estudantes ingressem na universidade e possam concluir seus estudos.” ■

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

A CIÊNCIA DESTACADA PELO JORNALISMO



Estudo mostra como “e-mails de embargo”, que antecipam resultados de artigos científicos para profissionais da imprensa, amplificam menções nas mídias sociais e até citações em outros *papers*

Fabrcio Marques

Um grupo de pesquisadores da Alemanha avaliou os efeitos de uma prática centenária no jornalismo de ciência, que é a divulgação antecipada para profissionais de imprensa de artigos científicos, com o compromisso de que reportagens só sejam divulgadas após a publicação oficial dos trabalhos. Os “e-mails de embargo”, produzidos por editores de periódicos, servem para destacar resultados de pesquisa de interesse científico, jornalístico e social que serão divulgados nas revistas – e também dar tempo para repórteres produzirem uma cobertura completa e cuidadosa. Quem publicar a notícia antes da data combinada está sujeito a sanções, como deixar de receber os alertas.

Os autores do estudo, vinculados à Universidade de Kiel, ao Centro Leibniz de Informação Econômica e ao Centro de Mídia Científica da Alemanha, analisaram 715 artigos que haviam sido mencionados em e-mails de embargo entre 2016 e 2017 em 78 periódicos, a maioria do campo das ciências da vida, e os compararam com *papers* das mesmas revistas que não foram recomendados. Passados quatro anos da publicação, os *papers* selecionados haviam tido repercussão significativamente maior do que os outros em mídias sociais e sites jornalísticos. A média de menções no Twitter, por exemplo, chegou a 114,8 para os *papers* destacados, ante apenas 24 para o grupo de controle. Na imprensa tradicional, o desempenho dos artigos embargados chegou a ser 10 vezes superior. A repercussão foi grande também entre os próprios pesquisadores – os trabalhos selecionados tiveram em média 26,3 citações em outros *papers*, ante 14,6 para o grupo de controle. O estudo foi publicado em fevereiro na revista *Scientometrics*.

A ideia de que pesquisas divulgadas na mídia alcançam maior visibilidade dentro e fora da academia já foi sugerida em diversos trabalhos. Um dos mais conhecidos, publicado em 1991 por um psicólogo da Universidade da Califórnia em San Diego, Estados Unidos, apontou evidências de que artigos da revista *The New England Journal of Medicine (NEJM)* divulgados pelo jornal *The New York Times (NYT)* recebiam 70% mais citações do que os que não eram divulgados – durante uma greve em que o diário novaiorquino continuou a ser feito, mas não pôde ser distribuído, os *papers* do *NEJM* retratados em reportagens do jornal perderam essa vantagem. Um trabalho recente, liderado por um cientista da informação da Universidade Estadual de Wayne, em Detroit, Estados Unidos, avaliou o impacto dos *press releases* sobre artigos científicos disponibilizados pelo serviço de notícias *EurekaAlert!* na imprensa e em mídias sociais. Constatou-se que o serviço, mantido pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) para distribuir *releases* de centenas de publicações para mais de 21 mil jornalistas, era a segunda maior fonte de refe-

rência de comunicados de imprensa para a empresa Altmetric.com, que fornece métricas alternativas às citações, como número de downloads e compartilhamentos de artigos em redes sociais.

Mas o trabalho dos pesquisadores alemães é o primeiro a avaliar a influência do embargo, uma prática criada na imprensa no início do século XX que a partir da década de 1920 se tornou padrão na divulgação de revistas científicas. Nos anos 1970, a importância de só divulgar uma pesquisa na mídia depois de ela ser publicada no periódico ganhou nova justificativa com a adoção por editores da chamada regra Ingelfinger, segundo a qual uma revista científica não pode publicar achados que já foram difundidos em outro lugar. A regra é uma referência ao gastroenterologista alemão radicado nos Estados Unidos Franz J. Ingelfinger, que a criou em 1969, quando era editor do *NEJM*, para garantir a originalidade do conteúdo dos artigos científicos. Hoje, com a publicação de manuscritos preliminares e sem revisão por pares em repositórios de acesso aberto, essa regra foi flexibilizada. A maioria das revistas aceita publicar artigos já divulgados em formato de *preprint*.

Para além do interesse dos editores científicos em manter controle estrito sobre o conteúdo das revistas, os e-mails de embargo tornaram-se uma ferramenta bastante útil para os jornalistas ante a avalanche de pesquisas divulgadas todos os dias. Os autores do artigo da *Scientometrics* apontam como exemplo o banco de dados de citações da base Scopus, que recebe 5,5 mil textos por dia, quase quatro por minuto. “Uma visão geral de todos os resultados de pesquisas recém-publicadas é simplesmente impraticável. Isso explica por que grande parte da atenção jornalística está focada em um pequeno número de cerca de 8 a 10 revistas, muitas delas de ciências da vida”, afirmou uma das autoras do estudo, Sophie Rotgeri, jornalista de ciência do Centro de Mídia Científica da Alemanha, em um texto publicado na revista alemã *DUZ* também assinado pela pesquisadora Irene Broer.

Os pesquisadores germânicos, contudo, tecem restrições aos efeitos desse tipo de embargo. Argumentam que, em um ambiente acadêmico que confere grande valor a métricas como citações, a vantagem obtida por artigos que conseguem divulgação na mídia pode comprometer a precisão de indicadores de avaliação da produção científica. “O aumento do impacto pode não estar relacionado ao valor intrínseco da publicação, mas à atenção que ele recebe”, comentaram Rotgeri e Broer. Mais grave do que isso é a possibilidade de que *papers* sejam recomendados por motivos subjetivos e arbitrários, como o favorecimento de um editor a um amigo ou a um tema de pesquisa que aprecia. Entre as possibilidades levantadas pelos autores para prevenir vieses está o desenvolvimento de ferramentas automatizadas para selecionar os artigos, seguindo critérios objetivos, ou a participação de intermediários na triagem e escolha dos *papers* recomendados, a fim de reduzir a influência dos editores. Já os jornalistas deveriam refletir sobre a possibilidade de haver vieses e ampliar na medida do possível a seleção de fontes, ela afirma. “O jornalismo não é um porta-voz da ciência, mas serve principalmente ao público ao fornecer informações críticas. Isso também significa questionar os métodos, resultados e implicações da pesquisa”, escreveram Rotgeri e Broer.

Jornalistas brasileiros estão habituados a lidar com as regras para ter acesso a artigos de periódicos internacionais, mas a divulgação sob embargo de pesquisas científicas publicadas por revistas do país é uma experiência recente. Há dois anos, foi criada em São Paulo a Agência Bori, dedicada a selecionar estudos com interesse jornalístico, produzir *press releases* sobre seu conteúdo e encaminhá-los, com antecedência, para um cadastro de 2 mil jornalistas. De acordo com a jornalista Sabine Righetti, uma das fundadoras da agência e pesquisadora do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Universidade Estadual de Campinas (Labjor-Unicamp), um dos desafios da iniciativa é justamente fazer uma seleção de artigos baseada em critérios objetivos. “Avaliamos

cerca de 500 artigos científicos por semana e divulgamos apenas 1% disso”, explica. A Bori recebe antecipadamente estudos que serão divulgados em revistas do Brasil. Um acordo com a biblioteca SciELO, que tem mais de 300 periódicos de acesso aberto, e com a Associação Brasileira de Editores Científicos (Abec Brasil), abriu um canal entre a agência e os editores das revistas e garantiu acesso antecipado aos *papers*.

A escolha dos artigos que serão divulgados pela Agência Bori é feita por meio da combinação de cinco critérios. Em primeiro lugar, os resultados do trabalho precisam ser inéditos – não se divulga pesquisa que já tenha sido noticiada. Também é necessário que os achados tenham qualidade e apelo para despertar o interesse dos jornalistas. Os temas devem ter uma dimensão pública e também impacto na vida das pessoas. Por fim, há uma preocupação com a diversidade de fontes (para cada estudo que tenha um homem como porta-voz deve haver outro com uma mulher como fonte) e de temas (todas as áreas do conhecimento precisam ser contempladas). “Se acabamos de tratar de um assunto, evitamos divulgar outro estudo sobre ele logo na sequência, assim como tentamos contemplar trabalhos de todas as regiões do país.”

Righetti afirma que o serviço foi criado para atender às demandas da imprensa e às vezes isso não é bem compreendido. Em uma ocasião, um editor de periódico divergiu da escolha de um artigo para divulgação, argumentando que outro *paper* na mesma edição era mais relevante. “Foi curioso, porque o trabalho que selecionamos foi um dos que tiveram maior repercussão na imprensa na história da agência”, diz. Para o presidente da Abec Brasil, Sigmar de Mello Rode, que é pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp), o crivo do interesse jornalístico é o mais adequado na triagem de artigos. “Os editores de periódicos no Brasil em geral não têm uma formação em divulgação científica. Eles podem opinar sobre a relevância científica dos artigos, mas o jornalista consegue avaliar de forma mais precisa o que pode despertar mais interesse do público”, afirma. ■

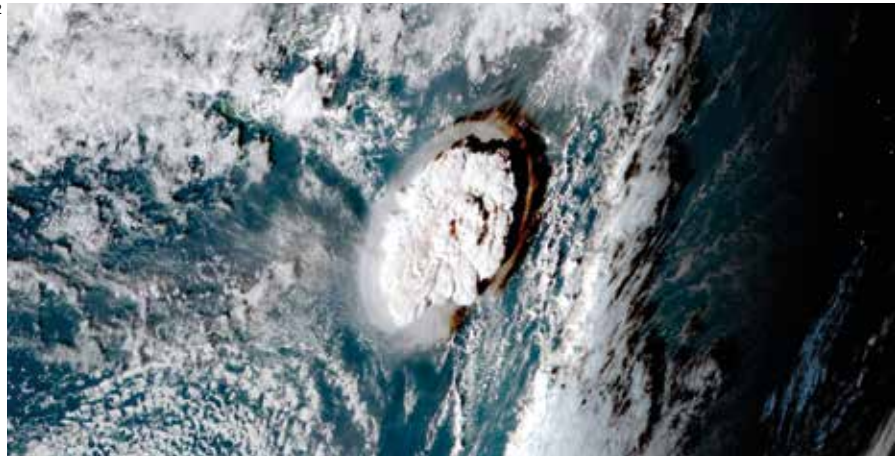
É impraticável para os jornalistas de ciência monitorar a avalanche de pesquisas divulgadas todos os dias

DE TONGA A SÃO PAULO

Pluma da grande erupção vulcânica que ocorreu em janeiro na ilha do Pacífico é observada 27 quilômetros acima da capital paulista

Marcos Pivetta





A erupção do vulcão de Tonga (acima) e a pluma atmosférica liberada pelo evento vista da Estação Espacial Internacional (página ao lado)

A 1h56 da madrugada de 26 de janeiro, o radar meteorológico instalado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) registrou uma concentração de aerossóis, finas partículas em suspensão, cerca de 27 quilômetros (km) acima da cidade de São Paulo. A ocorrência tinha forma similar à de uma linha contínua que riscava a parte de cima da imagem que representava a área de céu observada. Tratava-se de um evento bastante raro, já dentro dos domínios da estratosfera, a segunda camada da atmosfera terrestre, logo após a troposfera, que se inicia entre 16 e 18 km de altitude na capital paulista e vai até 50 km.

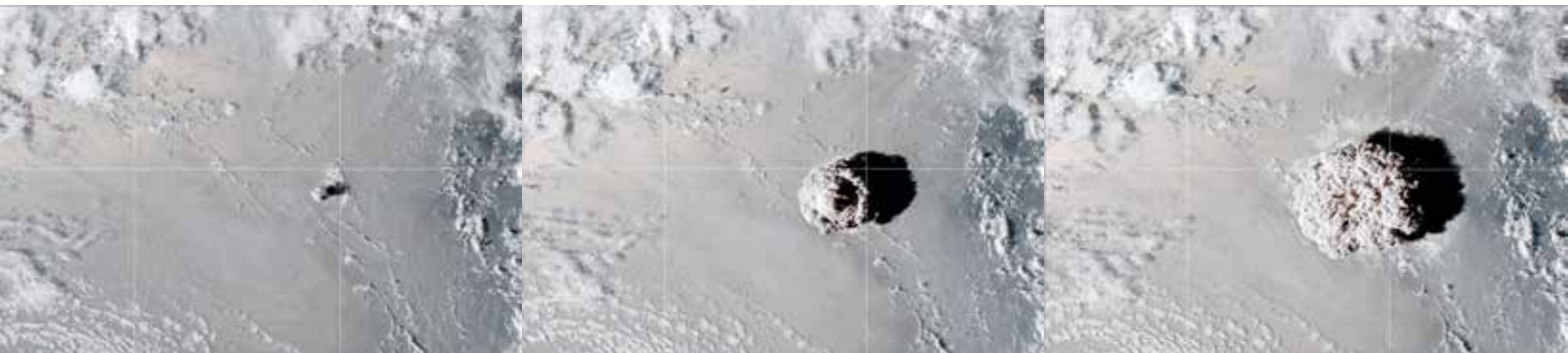
Em noites sem chuva e com pouca névoa, como era aquela do verão paulistano, o radar costuma flagrar dois tipos de manchas horizontais no céu. A mais comum, e mais grossa, situa-se entre 3 e 4 km de altitude e representa o acúmulo da poluição atmosférica produzida por carros, indústrias e demais atividades da metrópole. A outra, menos densa e nem sempre presente, forma-se por volta dos 10 km de altitude e indica a existência de nuvens do tipo cirrus, constituídas por vapor-d'água supersaturado e cristais microscópicos de gelo. A única explicação plausível para um registro tão chamativo de aerossóis acima dos 20 km de altitude naquela madrugada era de que as cinzas de uma grande erupção vulcânica recente tinham alcançado a estratosfera.

“A última vez que tínhamos visto algo parecido foi em 2015, quando o vulcão chileno Calbuco entrou em atividade. Mas sua pluma de aerossóis atingiu no máximo 17 km de altitude”, conta o físico Eduardo Landulfo, coordenador do Laboratório de Aplicações Ambientais de Laser do Ipen, que gerencia o uso do radar. “Não esperávamos que o radar tivesse capacidade técnica para registrar aerossóis até quase 30 km de altitude.” Landulfo é um dos principais pesquisadores de um projeto financiado pela FAPESP que estuda a qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo.

A inusual concentração de partículas suspensas observada pelo radar era resultado da grande erupção de 15 de janeiro do vulcão submerso encravado na ilhota de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, situada 65 quilômetros ao norte da principal ilha do arquipélago de Tonga, no sul do Pacífico. A atividade da caldeira foi tão intensa que o território de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai se partiu em dois. Logo após o cataclismo, pesquisadores de países do hemisfério Sul, como Austrália e Nova Zelândia, começaram a acompanhar a pluma por meio de radares, satélites e outros instrumentos.

A forte explosão vulcânica em Tonga provocou um tsunami com ondas de até 15 metros de altura que atingiu as ilhas do arquipélago, onde vivem 100 mil habitantes. Pelo menos seis pessoas morreram e milhares foram desabrigadas. O barulho da erupção foi ouvido a quase 2 mil quilômetros de distância, na Nova Zelândia. Uma gigantesca pluma de cinzas decorrentes da atividade vulcânica, que se prolongou por 11 horas, cobriu Tonga. Ela é formada basicamente por gases à base de enxofre, vapor-d'água e dióxido de carbono.

Em meados de fevereiro, pesquisadores da Nasa, agência espacial norte-americana, fizeram uma análise preliminar de dados de dois satélites meteorológicos geoestacionários, o Goes-17 e o Himawari-8, e concluíram que a pluma vulcânica do Hunga Tonga-Hunga Ha'apai (o vulcão é chamado com o nome da ilhota) atingiu a maior altitude já registrada por esse tipo de fenômeno. Trinta minutos após a explosão da caldeira, essa mistura de gás, vapor e cinzas expelida pelo monte submerso no Pacífico Sul chegou a 58 km de altitude. A pluma penetrou na mesosfera, a terceira camada da atmosfera, que se estende aproximadamente entre 50 e 100 km de altitude. “A intensidade desse evento excede em muito a de qualquer nuvem de tempestade que já estudei”, comentou o cientista do clima Kristopher Bedka, do Centro de Pesquisa Langley da Nasa, em comunicado à imprensa. O recorde anterior pertencia à pluma da erupção do



Sequência de imagens de satélite mostra evolução da erupção submarina e a liberação da pluma vulcânica

1

vulcão Pinatubo, nas Filipinas, em 1991, que tinha alcançado 35 km de altitude.

Erupções vulcânicas tão potentes a ponto de conseguir impulsionar seu rastro de fumaça até a estratosfera podem alterar temporariamente o clima global, mais especificamente reduzir a temperatura média do planeta por meses. Os aerossóis bloqueiam a chegada à Terra de parte da luz solar e esfriam o ambiente (ver Pesquisa FAPESP nº 308). Daí o interesse que esses eventos extremos provocam em pesquisadores das ciências atmosféricas, além, claro, dos próprios geólogos e vulcanólogos. “Os aerossóis do Pinatubo resfriaram a temperatura do planeta em cerca de 0,6 °C por quase dois anos”, diz a física Márcia Akemi Yamasoe, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP). “Mas ainda é cedo para prevermos se a erupção de Tonga vai ter algum impacto semelhante no clima global.”

Diferentemente do que ocorre na troposfera, a primeira camada da atmosfera, não há nuvens de chuva na estratosfera ou na mesosfera. Essa característica dificulta e torna mais lenta a dispersão dos poluentes nas altas camadas da atmosfera, como ocorreu até agora com a pluma do vulcão de Tonga. “Os aerossóis podem ficar circulando por meses e até anos em torno do globo terrestre”, diz Landulfo.

O radar meteorológico do Ipen emprega a tecnologia de LiDAR, um método de sensoriamento remoto que usa o laser para medir a localização de objetos em relação à superfície terrestre. Como a velocidade da luz é conhecida (cerca de 300 mil km por segundo), o tempo necessário para que um feixe de laser seja emitido, refletido por uma camada de aerossóis e volte para sua fonte fornece a distância exata dessa nuvem de partículas em suspensão.

O equipamento do Ipen é programado para registrar especificamente a presença de aerossóis que variam de poucos nanômetros a alguns micrômetros, como poluição urbana, fumaça de queimadas, vapor-d’água e grãos de poeira. Ele é prioritariamente usado para estudar a qualidade do ar e o cli-

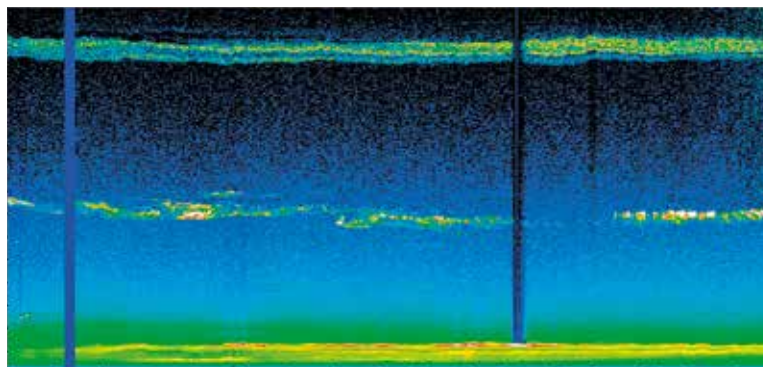
ma na região metropolitana da capital paulista e faz parte da Latin American LiDAR Network (Lalinnet).

“Desde que identificamos a pluma da erupção do vulcão de Tonga pela primeira vez, temos seguido sua movimentação com o radar sempre que as condições de observação noturna são boas”, diz o físico Fábio Juliano da Silva Lopes, que faz estágio de pós-doutorado no grupo de Landulfo no Ipen. Em certos dias, os pesquisadores do instituto viram que a pluma, na verdade, divide-se em três segmentos situados em altitudes diferentes, por volta dos 22, 25 e 27 km.

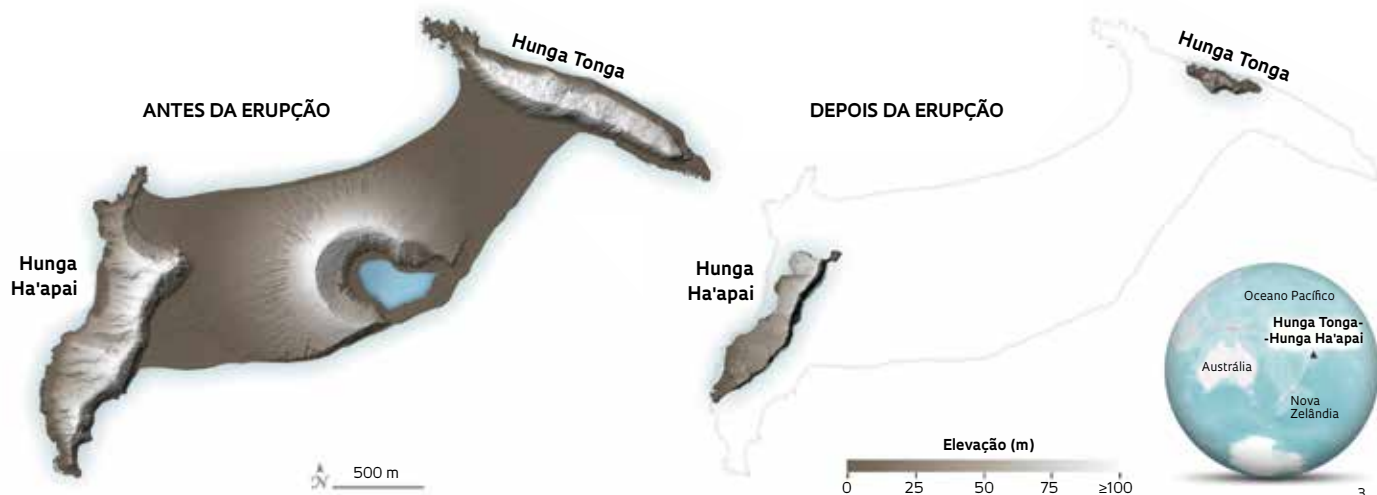
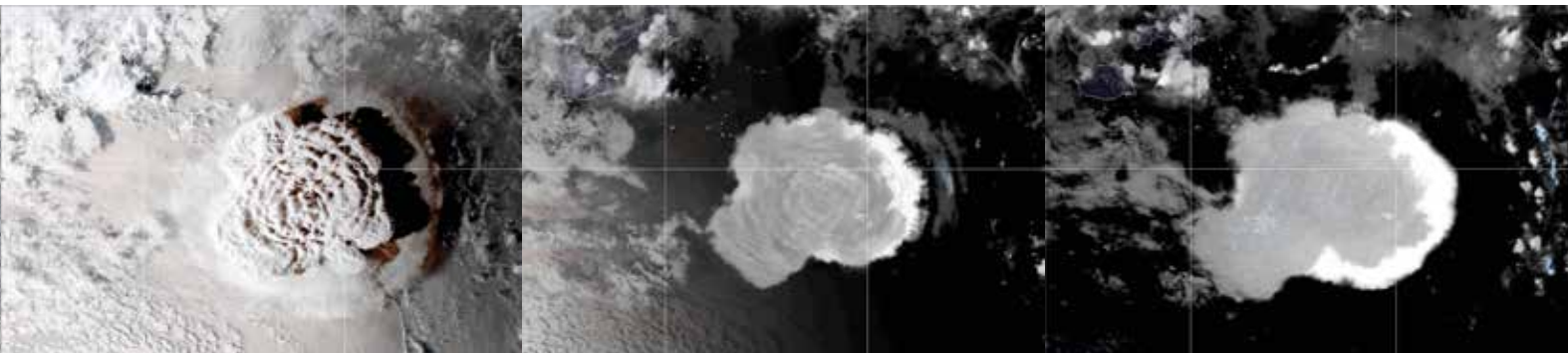
Dados preliminares de registros internacionais indicam que a erupção do monte submarino de Tonga atingiu provavelmente o nível 5 do Índice de Explosividade Vulcânica (VEI), uma escala logarítmica que vai de 0 a 8, do nível mais fraco ao mais forte. O número reflete uma classificação relativa da potência desse tipo de evento, similar à fornecida pela mais conhecida escala Richter, que dimensiona a magnitude de terremotos. Desde a erupção de 1991 do Pinatubo, que chegou ao nível 6 no VEI, não havia registro de uma explosão vulcânica tão potente, como a ocorrida no início do ano nos arredores do arquipélago do Pacífico Sul.

Vulcões em águas profundas raramente provocam grandes erupções que conseguem vencer a resistência do mar que os cobre. Normalmente, a

Radar meteorológico do Ipen mostra a pluma vulcânica da erupção do vulcão de Tonga 27 km de altitude sobre São Paulo (linha esverdeada no alto da imagem)



2



O arquipélago de Tonga fica no Pacífico Sul (ver globo). A erupção fez submergir quase toda a ilha de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai, da qual restaram duas pequenas pontas em lados opostos

presença do oceano represa substancialmente sua força explosiva. “Mas a erupção de Tonga foi tão intensa que compensou o fato de ter ocorrido debaixo d’água. É a primeira vez que um evento tão específico como esse do Pacífico Sul é observado por satélites, radares de LiDAR e outros instrumentos de sensoriamento remoto, todos desenvolvidos na segunda metade do século XX”, diz o físico cubano Juan Carlos Antuña-Marrero, da Universidade de Valladolid, na Espanha, especialista no estudo de aerossóis, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*.

A base da ilha de Hunga Tonga-Hunga Ha'apai se situa a 2 mil metros de profundidade, no assoalho do oceano, e faz parte do arco de Tonga-Kermadec, sujeito a terremotos e formado por uma cadeia de vulcões submarinos. Mas a boca do vulcão que entrou em atividade intensa em 15 de janeiro se encontrava apenas entre algumas dezenas e 250 metros debaixo d’água. Ou seja, raso o suficiente para que o oceano não suprimisse toda a força da erupção, mas profundo o bastante para que o magma expelido deparasse com um ingrediente explosivo. A lava aquece rapidamente a água que se transforma em vapor, gás que se expande de forma acelerada. Essa peculiaridade talvez explique a altura elevada que a pluma da erupção atingiu.

Apesar de não ter sido tão potente quanto a erupção do Pinatubo, a explosão do vulcão de

Tonga tem produzido dados surpreendentes em menos de um mês de estudos. Nas horas seguintes ao evento no Pacífico, o satélite Aqua, da Nasa, observou a produção de ondas de choque, círculos concêntricos, que percorreram várias vezes a atmosfera de todo o globo terrestre. As ondas se iniciavam na superfície do oceano e atingiam até a ionosfera, a mais de 100 km de altitude.

Nas próximas semanas, Landulfo, Antuña-Marrero e outros pesquisadores do Brasil e do exterior devem realizar estudos conjuntos para tentar entender as características da pluma do vulcão de Tonga e seus possíveis impactos climáticos. O pesquisador do Ipen está em negociações com colegas da Nasa para soltar balões meteorológicos que podem chegar até a altura da pluma para realizar medições *in loco*. Isso já foi feito nas ilhas Reunião, no oceano Índico, de onde também se avista o rastro de fumaça da erupção de Tonga na troposfera. Até o fechamento desta reportagem, o radar do Ipen ainda registrava a pluma vulcânica cerca de 30 km acima da cidade de São Paulo. ■

Projeto

Área metropolitana de São Paulo: Abordagem integrada mudanças climáticas e qualidade do ar, Metroclima Masp (nº 16/18438-0); **Modalidade** Projeto Temático; Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG); **Pesquisadora responsável** Maria de Fátima Andrade (USP); **Investimento** R\$ 5.763.389,75.

Vale do médio
rio São Francisco,
região em que
foi feito o estudo



O VELHO CHICO E SEU PEQUENO DESERTO

Areias do rio São Francisco carregadas pelos ventos deram origem e forma às dunas de Xique-Xique, na Bahia, nos últimos 100 mil anos

Eduardo Geraque

A história geológica mais recente de um trecho de 200 quilômetros (km) do médio rio São Francisco, no norte da Bahia, e de uma de suas formações naturais mais marcantes, as grandes dunas da região de Xique-Xique ao longo de suas margens, ilustra a capacidade transformadora dos ventos no interior do semiárido e do vaivém das águas do mais importante rio que corta o Nordeste. Segundo um novo trabalho científico, a paisagem local foi moldada nos últimos 100 mil anos por uma sucessão de fases marcadas por deposição fluvial (transporte de sedimentos para o leito do São Francisco) entremeadas por momentos dominados por processos erosivos. “A alternância desses ciclos se deveu provavelmente à variação milenar das chuvas nas nascentes do São Francisco, e não especificamente à pluviosidade nesse trecho do rio”, explica a geóloga Patricia Mescolotti, principal autora do estudo, publicado em meados de 2021 no periódico científico *Quaternary Science Reviews*. A geóloga defendeu tese de doutorado sobre o tema no ano passado na Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Rio Claro.

As cabeceiras do São Francisco se situam a cerca de 1.500 km da área de Xique-Xique, na parte alta da bacia hidrográfica, no sudoeste de Minas Gerais. A partir dessa área, o rio percorre 2.700 km em direção ao Nordeste até desaguar no oceano Atlântico, na divisa entre Sergipe

e Alagoas. De acordo com o estudo, nos períodos em que chovia em excesso nas nascentes, o volume de água que passava pelo antigo leito do São Francisco aumentava consideravelmente. O eventual transbordamento do rio intensificava a deposição de sedimentos que se tornavam disponíveis para a formação das dunas de Xique-Xique, que ocupam 8 mil quilômetros quadrados (km²), área equivalente à Região Metropolitana de São Paulo.

Grandes rios resultam sempre de processos complexos e dinâmicos. Sua evolução está atrelada a forças globais e locais, como movimentos tectônicos, variações climáticas e do nível do mar. No caso do trecho do médio do São Francisco, longe do oceano e praticamente isento de terremotos significativos, as mudanças no regime de chuvas do passado, ainda que em um ponto distante da bacia hidrográfica, parecem ter sido determinantes para criar a dinâmica de deposição de sedimentos e de erosão. O principal mecanismo climático que regula o regime de chuvas de verão no Sudeste e no sul do Nordeste – portanto, em setores que antecedem o trecho do São Francisco em Xique-Xique e fornecem água para os pontos mais baixos da bacia – é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esse sistema meteorológico é formado por um conjunto de nuvens orientado no sentido noroeste-sudeste que cruza o litoral brasileiro entre o sul da Bahia e São Paulo. De acordo com sua movimentação, a ZCAS estimula mais ou menos chuvas nas nascentes do São Francisco, no Sudeste.

De acordo com o geólogo Mário Assine, da Unesp, orientador de Mescolotti e coordenador da equipe que produziu o estudo, a dinâmica dos níveis pluviométricos registrados especificamente na área de Xique-Xique, no médio São Francisco, ao longo dos últimos 100 mil anos, foi insuficiente para explicar as diferentes feições que o rio e as dunas adquiriram. “Como não conseguimos uma boa associação entre o regime de chuvas local e a paisagem, decidimos olhar para mecanismos climáticos mais amplos”, comenta Assine. Foi assim que descobriram a associação entre mais chuvas nas cabeceiras do rio, em razão da ZCAS, e os ciclos de deposição e de erosão em Xique-Xique.

Os pesquisadores identificaram quatro fases bem demarcadas de deposição fluvial no trecho do São Francisco estudado: há mais de 90 mil anos; entre 65 mil e 39

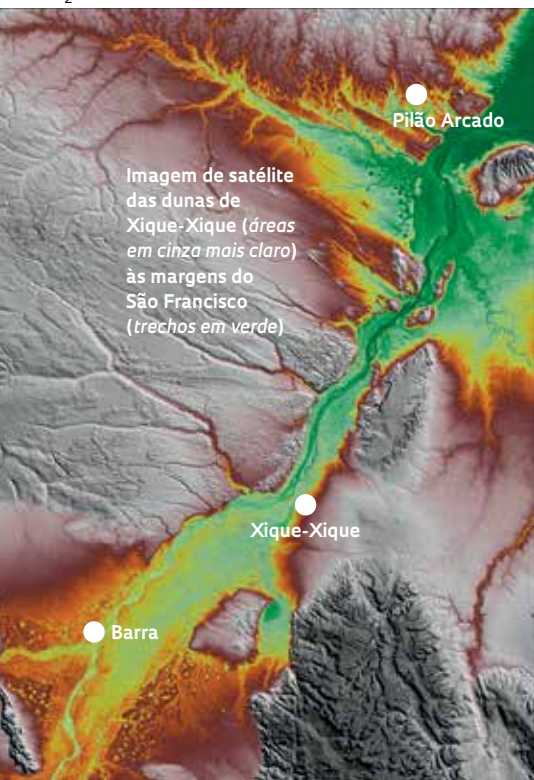
mil anos atrás; entre 18 mil e 9,5 mil anos; e durante os últimos 380 anos. Os ciclos de processos erosivos predominaram em três períodos: entre 85 mil e 65 mil anos atrás; entre 39 mil e 18 mil anos; e entre 9,5 mil e mil anos. Eles também interpretaram que o São Francisco não tinha então a mesma forma atual. Seu leito já foi muito mais largo e cheio de meandros. Para montar esse quebra-cabeça de deposições e erosões que moldou a paisagem desse segmento do Velho Chico e de seu entorno, Assine, Mescolotti e colaboradores se valeram de uma gama de ferramentas analíticas, como imagens de sensoriamento remoto por satélite e levantamentos de campo para colher e estudar amostras geológicas.

pela primeira vez, sedimentos do médio São Francisco foram datados por uma técnica moderna, a luminescência opticamente estimulada. “Na prática, esse método permite saber quando foi a última vez que um grão de areia ‘viu’ o sol, antes de ter sido soterrado nos processos de formação das dunas”, explica o geólogo Francisco William da Cruz Júnior, da Universidade de São Paulo (USP), que não participou do trabalho, mas conhece em detalhes a geomorfologia da região estudada e os processos climáticos que a influenciaram ao longo de milhares de anos.

As datações sugerem que os dois eventos que mais contribuíram para a formação das dunas ocorreram bem depois, entre 23 mil e 18 mil anos atrás e entre 15 mil e 10 mil anos. A fase de consolidação dos montes de areia se deu em períodos mais úmidos, quando havia mais vegetação em toda a região. Conforme também indicam os registros sedimentares, o processo mais recente de estabilização dessas formações arenosas no norte da Bahia teve início há 5 mil anos e se estende até hoje. “As dunas de Xique-Xique são o maior campo eólico continental do Brasil”, comenta Mescolotti. “Por isso, queríamos entender como foi seu processo de formação e sua interação com a dinâmica do rio São Francisco.” ■

Artigo científico

MESCOLOTTI, P. C. et al. Fluvial aggradation and incision in the Brazilian tropical semi-arid: Climate-controlled landscape evolution of the Sao Francisco River. *Quaternary Science Reviews*. 15 mai. 2021.



FÍSICA

CONECTANDO DOIS MUNDOS

Estudo propõe valor mínimo para correção matemática que poderia tornar a teoria da relatividade compatível com a mecânica quântica

Marcos Pivetta

Representação artística do Universo formado por filamentos, como proposto pela teoria das cordas

Para dar conta da representação da gravidade no domínio da mecânica quântica, isto é, na escala dos átomos e das partículas subatômicas, as equações de campo da relatividade geral precisam ser modificadas por fatores de correção. A primeira e principal dessas emendas numéricas é um parâmetro denominado alfa (α) e seu valor exato ainda não foi determinado. Uma das implicações do alfa é influir na interação entre os grávitons, hipotéticas partículas quânticas, sem massa, que seriam as portadoras da força gravitacional e a transmitiriam para as demais partículas.

Um artigo produzido por três físicos teóricos calculou o valor mínimo que alfa deveria apresentar para que a teoria do alemão Albert Einstein (1879-1955) começasse a dar conta de também descrever as interações gravitacionais no universo microscópico da física de partículas. De acordo com o trabalho, publicado em agosto de 2021 no periódico científico *Physical Review Letters* (PRL), alfa teria de ser um número igual ou maior que 0,14. O resultado calculado pelos autores do artigo foi quase igual ao valor mínimo do alfa encontrado, ainda nos anos 1990, por defensores da teoria das cordas: 0,1389.

Obter uma expressão numérica para esse fator de correção é um passo essencial para a formulação da gravitação quântica, uma espécie de embrião de uma teoria de tudo, capaz de unificar as ideias da relatividade geral e da mecânica quântica. Até agora, o único modelo físico-matemático que tinha realizado cálculos e chegado a uma proposta de valor mínimo para alfa tinha sido a teoria das cordas.

Segundo essa proposta, as partículas elementares da matéria, em vez de serem objetos pontuais, seriam filamentos microscópicos unidimensionais, semelhantes a cordas, que vibrariam em 10 dimensões do espaço-tempo. “Ficamos surpresos com o resultado do nosso trabalho. Pode ter sido uma coincidência ou não”, comenta o português Pedro Vieira, um dos autores do artigo, cujas pesquisas são, parcialmente, financiadas pelo programa São Paulo Excellence Chair (Spec), da FAPESP. “Ainda é muito cedo para dizer que a teoria das cordas está certa ou que ela seja a úni-

ca alternativa possível para unir a relatividade geral e a mecânica quântica. Além do alfa, existem outros fatores de correção que precisam ser calculados, como beta e gama.”

Vieira divide seu ano de trabalho entre as aulas e pesquisas no Instituto Perimeter, no Canadá, e no Centro Internacional de Física Teórica do Instituto Sul-americano para Pesquisa Fundamental (ICTP-Saifr), que funciona no Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-Unesp). O italiano Andrea Guerrieri, da Universidade de Tel Aviv, em Israel, e o português João Penedones, da Escola Politécnica Federal de Lausane (EPFL), na Suíça, também assinam o artigo na PRL.

A trinca de físicos usou uma abordagem distinta da empregada no passado pelos teóricos das cordas para calcular o valor mínimo do principal fator de correção para as equações da relatividade.

Eles lançaram mão de um método matemático denominado *S-matrix bootstrap*, que, em outro artigo de 2021, já tinham usado para estudar possíveis propriedades dos pions, uma classe de partículas subatômicas muito leves. “A técnica do *bootstrap* começou a ser utilizada nos anos 1960, quando chegou a ser popular na física quântica, mas depois perdeu terreno para outras abordagens”, explica Guerrieri, que permaneceu por três anos, entre 2017 e 2020, como pós-doutorando no ICTP-Saifr.

Esse método parte de princípios ou postulados gerais — como causalidade, invariância de Lorentz (as leis da física são iguais independentemente da localização do observador) e o fato de que uma probabilidade não pode ser maior do que 1 — para calcular certas propriedades decorrentes da interação entre partículas subatômicas no mundo quântico. No caso, foi usado para prever o menor valor possível do fator de correção alfa. Para que seja viável usar a técnica do *S-matrix bootstrap*, que demanda grande capacidade computacio-

nal para realizar uma série de operações, Vieira, Guerrieri e Penedones tiveram de adotar em seu trabalho um modelo simplificado de realidade, baseado em uma versão dominante da teoria das cordas.

No mundo idealizado por essa proposta, haveria 10 dimensões do tempo e espaço (seis a mais do que as conhecidas) e a manifestação de uma propriedade denominada supersimetria. Segundo essa propriedade, cada partícula do Modelo Padrão da física — a teoria dominante que, há meio século, explica as interações entre as forças conhecidas, com exceção da gravidade, e os constituintes da matéria — deveria ser acompanhada de outra partícula, chamada de superparceira. “Em trabalhos futuros, devemos tentar calcular o alfa em ambientes com menos dimensões”, diz Vieira.

Nem todos interpretam o trabalho que calculou o menor valor possível para o fator de correção alfa como um novo impulso à teoria das cordas,

que, por ora, carece de provas experimentais. “Todos os dados observacionais indicam que o Universo tem quatro dimensões e não apresenta supersimetria”, diz o físico

André Landulfo, do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universida-

de Federal do ABC (CCNH-UFABC), que não participou do estudo. “Não me parece que o resultado do artigo tenha alcance para ser utilizado em teorias de gravitação quântica que possam ter realidade física. Portanto, acho difícil usá-lo para fortalecer a teoria das cordas como uma alternativa viável, muito menos como a única alternativa viável, para a formulação de uma teoria de gravitação quântica.” ■

Valor da correção agora calculado foi quase igual ao que a teoria das cordas propusera

Projeto

Aplicações de teoria quântica de campos (nº 19/24277-8); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Programa São Paulo Excellence Chair (Spec); Pesquisador responsável Pedro Vieira (Unesp); Investimento R\$ 888.746,51. Artigo científico

GUERRIERI, A. et al. Where is string theory in the space of scattering amplitudes? *Physical Review Letters*. v. 127, n. 8. 20 ago. 2021.

Criados em laboratório,
minicérebros simulam uma
manifestação da doença
que não responde a tratamentos

Meghie Rodrigues

Um grupo de pesquisadores das universidades Estadual de Campinas (Unicamp) e da Califórnia em San Diego (UCSD), nos Estados Unidos, desenvolveu uma técnica nova de cultivo em laboratório de organoides que mimetizam o córtex cerebral. Chamados de minicérebros, eles permitem simular e observar o surgimento de epilepsias de difícil tratamento comumente causadas por um tipo específico de lesão, a displasia cortical focal. Essa alteração tem como um de seus efeitos a geração de neurônios dismórficos, maiores e com mais conexões do que o normal, que disparam sinais elétricos de forma desordenada e levam ao estabelecimento dessa doença crônica, caracterizada por crises convulsivas frequentes. Cerca de 30% das pessoas com epilepsia apresentam diferentes formas da doença que não respondem a tratamentos medicamentosos ou cirúrgicos.

Para estudar a epilepsia decorrente da displasia cortical focal, a equipe de cientistas desenvolveu minicérebros maduros nos quais foi possível acompanhar o desenvolvimento do córtex cerebral e a formação de diferentes células neurais, como as da glia, que dão suporte e proteção aos neurônios, e o aparecimento dos neurônios dismórficos. Os organoides foram “envelhecidos” por um período de 90 a 150 dias antes de serem empregados nos experimentos, um dos grandes diferenciais do método. Nas simulações, os pesquisadores puderam observar a formação da atividade elétrica em um processo que emula o padrão observado no cérebro de um feto durante seu primeiro trimestre de desenvolvimento. Os resultados do estudo foram publicados em dezembro na revista científica *Brain*.

A displasia cortical focal é uma má-formação cerebral que ocorre durante a gestação. Cada indivíduo apresenta os sintomas de epilepsia em momentos diferentes da vida, não necessariamente na infância. Recém-nascidos ainda não têm um nível de desenvolvimento cerebral suficiente para ter crises de epilepsia. “Mas é muito provável que essa pessoa com displasia irá manifestar a doença em algum momento da vida”, diz a médica geneticista Iscia Lopes-Cendes, da Faculdade de

EPILEPSIA IN VITRO

Os chamados minicérebros são organoides que reúnem diferentes tipos de células cerebrais. Nesta imagem podem ser vistos a olho nu e, no alto, por meio de microscopia

Ciências Médicas (FCM) da Unicamp, coordenadora da equipe que produziu os minicérebros ao lado do neurocientista brasileiro Alysson Muotri, da UCSD. Os trabalhos de Lopes-Cendes fazem parte das atividades do Instituto de Pesquisa sobre Neurociências e Neurotecnologia (Brainn), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP.

“Uma pessoa com epilepsia grave causada por displasia cortical focal tem entre 40 e 50 crises epiléticas por dia. Isso impossibilita crianças de irem à escola e adultos de terem uma vida normal”, comenta a neurocientista Simoni Avansini, autora principal do artigo, que fez pós-doutorado na Unicamp e na UCSD sobre o cultivo de organoides cerebrais e hoje trabalha no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

Um córtex cerebral saudável é organizado em seis camadas. As células de cada segmento trabalham de forma ordenada e conectada. No cérebro com displasia, as camadas do córtex não são bem diferenciadas. Existem algumas células anormais, neurônios dismórficos e células em formato de balão. Os neurônios dismórficos provavelmente são os principais responsáveis por gerar crises de epilepsia, ou seja, por produzir descargas elétricas anormais que provocam as crises.

Apesar do nome, os chamados minicérebros não se parecem com pequenos encéfalos. São um conjunto de diferentes células cerebrais que formam estruturas do tamanho da cabeça de um alfinete, capazes, em tese, de se “comportar” em linhas gerais como os tecidos do órgão. Várias doenças e condições clínicas, como a esquizofrenia, têm sido simuladas por meio da criação de diferentes organoides desse tipo. Minicérebros para o estudo da ação do vírus zika no sistema nervoso, por exemplo, não precisam ser tão “envelhecidos”. Após uma semana de cultivo em laboratório já podem ser utilizados.

Para criar os minicérebros, a equipe reprogramou células-tronco adultas retiradas da pele de quatro pacientes com epilepsia causada por displasia cortical focal, que foram internados para cirurgia no Hospital de Clínicas da Unicamp. Inicialmente, elas foram transformadas em células-tronco de pluripotência induzida (iPSC), que têm a capacidade de se desenvol-

ver e se transformar em diversos tipos de célula. “Em seguida, diferenciamos as iPSC em células neurais, que foram cultivadas sob agitação para obter os minicérebros”, explica Lopes-Cendes. Para ter um grupo-controle, o mesmo processo foi repetido com células de pessoas saudáveis do mesmo sexo e idade próxima dos pacientes com displasia. O objetivo final da comparação era ter um modelo humano para entender a fisiopatologia da displasia cortical focal,

Para o neurocientista José Eduardo Peixoto-Santos, da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp), o trabalho é inovador e abre muitas possibilidades nas pesquisas sobre displasia cortical e epilepsia. O fato de os pesquisadores da Unicamp e da UCSD não terem utilizado microeletrodos para estimular a corrente elétrica nos minicérebros mostra o alto grau de sofisticação do estudo. “A equipe aplicou uma luz para obter os estímulos elétricos nos minicérebros. Assim, a corrente elétrica é muito mais parecida com o que realmente ocorre no cérebro humano”, comenta Peixoto-Santos, que não participou do estudo. “Pouca gente trabalha com essa técnica, que é bem difícil de ser dominada.”

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 50 milhões de pessoas no mundo sofrem hoje de epilepsia. Mais de 80% delas vivem em países de renda baixa ou média, muitas sem o tratamento necessário. Entender melhor como os neurônios dismórficos se formam em um cérebro com displasia cortical focal – e o caminho que os estímulos elétricos percorrem em um episódio de crise epilética – pode fazer avançar o conhecimento das causas da doença e talvez levar a tratamentos mais específicos para todo tipo de epilepsia. ■

Projeto

Instituto Brasileiro de Neurociência e Neurotecnologia – Brainn (13/07559-3); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Pesquisador responsável** Fernando Cendes (Unicamp); **Investimento** R\$ 28.676.399,62.

Artigo científico

AVANSINI, S. H. *et al.* Junctional instability in neuroepithelium and network hyperexcitability in a focal cortical dysplasia human model. *Brain*. 27 dez. 2021.

PRIMATOLOGIA

O NOME DO MICO



Exame de DNA confirma a espécie do sagui-pigmeu que o naturalista Spix recebeu dos indígenas dois séculos atrás na Amazônia

VERSÃO ATUALIZADA EM 20/04/2022

Um novo trabalho extraiu e analisou o DNA do exemplar de sagui-pigmeu levado para a Europa no início do século XIX pelo naturalista germânico Johann Baptist von Spix (1781-1826) e confirmou sua espécie. Publicado em novembro de 2021 na revista científica *Zoological Research*, o estudo ratificou

uma suspeita antiga: trata-se realmente de um indivíduo de *Cebuella pygmaea*, espécie que ocorre na margem esquerda (ao norte) do Solimões, nome dado ao rio Amazonas a partir de sua confluência com o rio Negro até a divisa com o Peru. “Fizemos uma análise muito robusta, a partir de milhares de pares de bases [unidades químicas que compõem o material genético]”, afirma o primatólogo brasileiro Jean Boubli, da Universidade de Salford, do Reino Unido, principal autor do artigo. Havia dúvidas se o exemplar coletado por Spix pertencia a essa espécie ou era *Cebuella niveiventris*, espécie de sagui-pigmeu muito parecida que habita quase a mesma área.

Toda essa história começa 200 anos atrás. Entre 1817 e 1820, o botânico Carl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868) e o zoólogo Spix, ambos originários do estado germânico da Baviera, participaram da chamada expedição austríaca pelo interior do Brasil, promovida em razão da união entre a arquiduquesa Maria Leopoldina e o príncipe herdeiro e futuro imperador do Brasil, dom Pedro. A viagem começou no Rio de Janeiro, então capital nacional, e percorreu partes do

Sudeste, do Nordeste e do Norte. Perto do final de suas andanças pela grande floresta tropical, última etapa de seu périplo, a dupla de naturalistas separou-se depois de ter chegado à localidade de Tefé, no Amazonas. Martius subiu o rio Japurá, mais ao norte, antes de retornar para Manaus, em março de 1820. Spix foi até (a então vila de) Tabatinga, às margens do rio Solimões, hoje território do estado do Amazonas.

Nesse ponto da floresta, perto da fronteira com a Colômbia, o zoólogo recebeu como presente, provavelmente dos indígenas Tikuna, um exemplar de um diminuto macaco, morto. Com cerca de 15 centímetros de comprimento (excluído o rabo) e por volta de 100 gramas de peso, o primata foi descrito por Spix e recebeu o nome de *Cebuella pygmaea*. Em seu trabalho, o naturalista indicou que o animal era proveniente da região de Tabatinga. Porém não deixou claro se o sagui viera da margem direita ou esquerda do Solimões.

Nos anos 1940, o zoólogo sueco Einar Lönnberg (1865-1942) propôs a existência de outra espécie muito similar à descrita por Spix: um sagui-pigmeu de ventre branco, cujo exemplar estudado pelo pesquisador escandinavo era originário da localidade de Eirunepé, distante 200 quilômetros ao sul de Tabatinga, portanto proveniente da margem direita (sul) do rio Solimões. No entanto, até 2018 permaneceu a dúvida se havia apenas uma espécie de sagui-pigmeu na região, visão dominante, ou duas.

Em 2018, Boubli e colaboradores estudaram exemplares de sagui-pigmeu do rio Japurá,

Sagui-pigmeu
Cebuella pygmaea,
espécie que ocorre
na margem esquerda
do rio Solimões



Retrato do naturalista germânico Spix, que ganhou o sagui-pigmeu (ilustração) de presente de indígenas da Amazônia



afluente da margem esquerda (norte) do rio Amazonas, e descobriram que eles eram diferentes dos animais de ventre branco de Eirunepé. Os dois tipos de pequenos primatas divergiram, em termos evolutivos, há 2,5 milhões de anos. “Passamos a considerar que havia duas espécies distintas de sagui-pigmeu”, diz Boubli. Mas não estava claro se os saguis mais recentemente identificados como *C. pygmaea* eram realmente da espécie descrita por Spix, e se aqueles batizados como *C. niveiventris* eram distintos. Essa questão foi resolvida pelo novo estudo do zoólogo brasileiro.

Além de analisar o DNA do espécime coletado por Spix, o artigo da *Zoological Research* comparou-o ao material genético de 65 exemplares atuais de macacos das Américas, entre os quais 52 do gênero *Cebuella*. O estudo indicou que os exemplares de sagui-pigmeu com barriga amarela eram todos provenientes de áreas ao norte do Solimões e os com ventre branco tinham seu hábitat ao sul desse rio. Com esse dado em mãos, bastaria, então, olhar para a tonalidade do ventre do exemplar dado a Spix, mantido na Coleção de Zoologia do Estado da Baviera, em Munique, para determinar sua espécie.

“Mas apenas examinar o exemplar não resolvia a questão porque não dava mais para ver a coloração da barriga. Se tivéssemos certeza de que Spix coletou ou ganhou o sagui na margem esquerda do rio, também poderíamos resolver a taxonomia sem problemas. No entanto, no início do século XIX, não se dava muita atenção para a localidade das amostras. Sempre se assumiu que o sagui de Spix era de Tabatinga, mas isso nunca

esteve registrado em lugar nenhum. Sem a clareza da distribuição geográfica, as descrições taxonômicas poderiam estar erradas”, comenta Boubli.

Os responsáveis por uma coleção biológica têm de preservar a integridade de seu acervo, ainda mais quando se trata de um espécime-tipo de importância histórica, como o sagui-pigmeu de Spix. Essa dificuldade foi contornada com a entrada em cena do geneticista Christian Roos, do Centro de Primatas da Alemanha. Especialista em análise de DNA antigo e com trânsito em Munique, Roos conseguiu uma autorização dos responsáveis pela coleção bávara de zoologia para retirar um pedacinho de tecido do pequeno sagui.

A amostra forneceu material suficiente para extrair seu DNA mitocondrial, que tem cerca de 12 mil pares de bases. Essa parte do genoma é herdada apenas da linhagem materna e, em termos evolutivos, é bastante conservada ao longo das gerações, particularidade que a torna uma ferramenta molecular útil para entender as relações entre diferentes espécies. O DNA mitocondrial do sagui coletado por Spix há 200 anos era praticamente idêntico aos dos exemplares atuais de *C. pygmaea*, constatação que encerrou a discussão taxonômica a respeito das identificações recentes.

Para a bioantropóloga norte-americana Leila Porter, da Universidade do Norte de Illinois, nos Estados Unidos, que estuda a ecologia e o



Rio Solimões,
cujas margens
separam os habitats
das duas espécies

4

comportamento de primatas, a análise do DNA de exemplares mantidos em coleções biológicas deve se consolidar como um procedimento padrão em estudos comparativos. “No futuro, os primatologistas continuarão a usar DNA antigo coletado de amostras de museus para resolver incertezas taxonômicas”, disse Porter em entrevista a *Pesquisa FAPESP*. A pesquisadora é coautora do artigo recém-publicado sobre os saguis-pigmeus da Amazônia. “Se possível, eles também deverão obter material genético de amostras fecais das populações de animais dos locais de estudo. Essa combinação de análises de espécimes de campo e de museu pode ser muito informativa.”

Boubli concorda com a opinião da colega. A exemplo do mistério envolvendo os saguis-pigmeus do oeste da Amazônia brasileira, existem vários outros enigmas que também poderão ser desvendados, ou, ao menos, mais bem compreendidos, por meio de estudos com material genético mais antigo. “Queremos obter DNA de espécimes-tipos de macacos brasileiros que estão em museus sem uma identificação geográfica clara. Existem vários registros, por exemplo, que dizem que uma amostra veio da antiga província do Grão-Pará, que abrangia uma região que se estendia da Bolívia até o Maranhão”, explica o primatólogo brasileiro.

No caso específico das duas espécies de *Cebuella* existe ainda outro mistério a ser desvendado, sobre a possível hibridização dos animais, que também guarda relação com o século XIX, mas não com a expedição de Martius e Spix. “Foi

Wallace quem primeiro propôs que a biogeografia da Amazônia estava relacionada com os rios da região”, explica Boubli. Biogeografia é o estudo da distribuição espacial das espécies em um território e a referência aqui é ao naturalista britânico Alfred Russel Wallace (1823-1913), que se tornaria conhecido por seus trabalhos sobre evolução humana e seleção natural. Em 1848, aos 25 anos, Wallace embarcou ao lado de seu compatriota Henry Walter Bates (1825-1892) do porto de Liverpool com destino ao Pará para participar de uma expedição pelo interior da Amazônia.

Seguindo as pistas dos grandes exploradores, Boubli pretende estudar se ocorre hibridização natural entre as duas espécies de sagui-pigmeu nas cabeceiras dos rios da Amazônia. Em tese, duas espécies distintas devem ter perdido a capacidade de cruzar e gerar descendentes férteis. Mas esses limites biológicos nem sempre são tão rígidos na natureza. Há relatos de vários pesquisadores de que em algumas regiões existem saguis com barriga de padrão bicolor, uma mistura de amarelo e de branco. Se, de fato, houver saguis com essa característica, caberá às novas pesquisas determinar se se trata de uma terceira espécie de *Cebuella* ou apenas de um processo de hibridização natural entre as duas espécies conhecidas. ■

Eduardo Geraque

Artigo científico

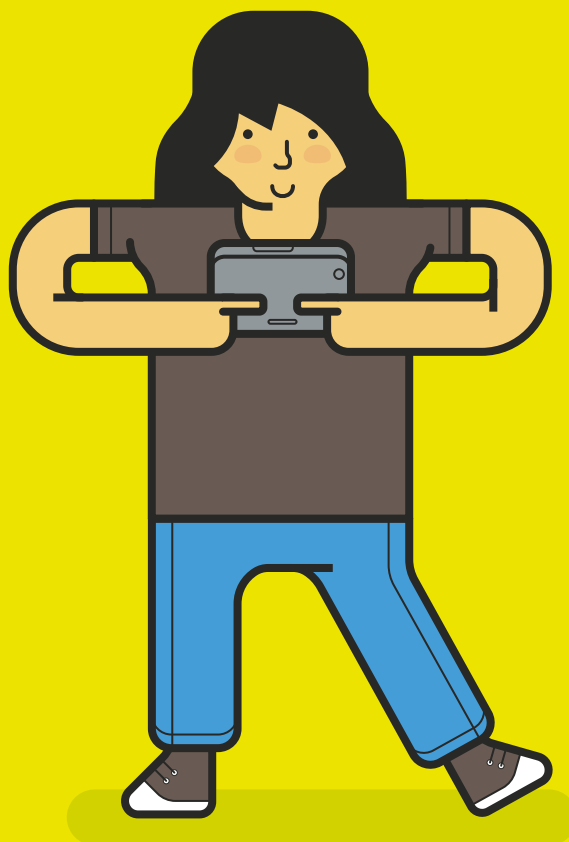
BOUBLI, J. P. et al. Ancient DNA of the pygmy marmoset type specimen *Cebuella pygmaea* (Spix, 1823) resolves a taxonomic conundrum. *Zoological Research*. v. 42, n. 16, nov. 2021.

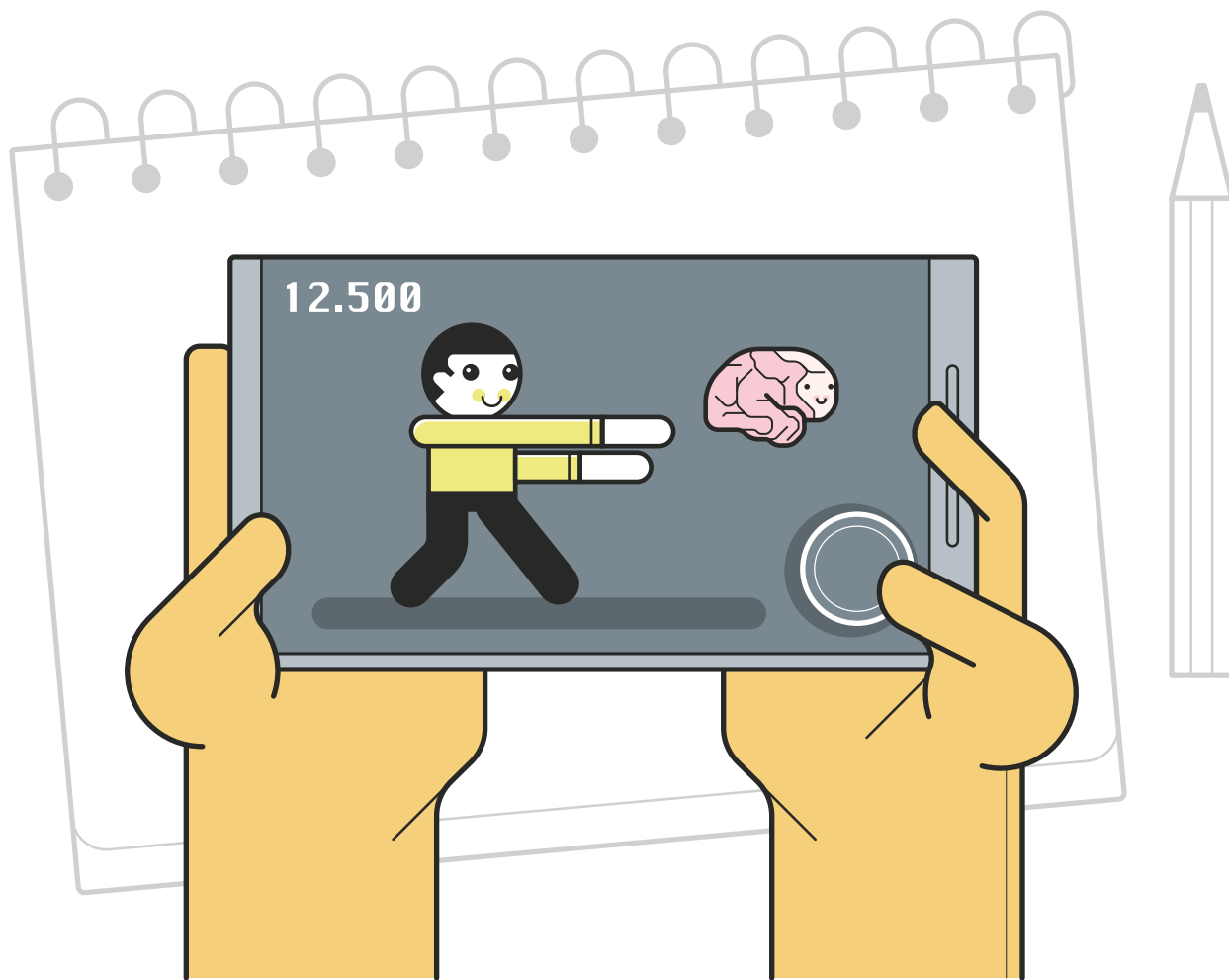
EDUCAÇÃO

GAMES DIGITAIS NA SALA DE AULA

Plataformas permitem interatividade e imersão dos jogadores e podem ser aliadas de professores nos processos de aprendizagem

Sarah Schmidt | ILUSTRAÇÕES **Alexandre Affonso**





Em algum ponto da porção sul da costa brasileira, há 3 mil anos, um jovem indígena se prepara para ajudar no funeral de uma anciã de sua comunidade. Ele precisa coletar uma estátua de pedra em forma de peixe, uma mortalha, frutas e madeira para que a mulher seja sepultada em um sambaqui, um depósito formado por camadas de conchas de moluscos, restos de peixes e outros materiais orgânicos que pode chegar a 30 metros (m) de altura.

A missão faz parte do jogo eletrônico gratuito *Sambaquis – Uma história antes do Brasil*, desenvolvido pelo grupo de pesquisa Arqueologia Interativa e Simulações Eletrônicas (Arise), do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP), em parceria com a Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). A versão para dispositivos móveis foi lançada em agosto de 2021.

“Escolhemos o funeral da anciã como fio condutor do enredo porque, com base nas pesquisas do MAE, é o que mais chama a atenção sobre o uso que esses povos faziam dos sambaquis”, conta o arqueólogo Alex da Silva Martire, coordenador

do jogo e do Arise. “Os artefatos que aparecem no game, como a estátua de peixe com a qual a anciã será enterrada, são reproduções de peças encontradas durante escavações arqueológicas. As evidências permitem inferir alimentação, ferramentas e alguns rituais que guiam a narrativa.”

Arqueólogos, historiadores, antropólogos, imunologistas, entre outros pesquisadores, têm lançado mão de jogos digitais para divulgar informações e pesquisas de forma interativa, com alguma licença poética. Esses games trazem cenários recheados de artefatos históricos tridimensionais, vozes reais de indígenas contando histórias tradicionais e permitem que o jogador explore uma antiga casa romana ou mesmo que assuma o papel de uma epidemiologista investigando os sintomas de doenças negligenciadas. Eles podem ser ferramentas úteis em sala de aula desde que a infraestrutura tecnológica da escola permita, que haja planejamento pedagógico e, em alguns casos, que o educador receba treinamento específico.

No game *Sambaquis*, um guia didático traz informações sobre as pesquisas que embasaram o jogo, sobre como é o trabalho dos arqueólogos e propostas de temas a serem explorados com os estudantes, como o ambiente em que os sam-

baquieiros viviam e a importância de preservar esses sítios arqueológicos que se concentram, em grande parte, na região Sul. O enredo ajuda os alunos a mergulhar no que seria o cotidiano desses povos pré-colombianos.

Martire pôs a mão na massa: fez a modelagem em 3D de artefatos e programou o jogo na plataforma Unity, usada para construir a maioria dos games que aparecem nesta reportagem. O jogo vem sendo indicado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo nos cadernos do estudante e do professor do primeiro bimestre do 6º ano.

“Ferramentas como essas têm a capacidade de desenvolver habilidades nos estudantes, como a atenção, a interação, a memória, o raciocínio lógico, entre outras. Elas permitem que eles desloquem de maneira lúdica a sua experiência presente até o período histórico no qual o roteiro do jogo se desenvolve”, afirmou, por e-mail, a historiadora Priscila Lourenço Soares Santos, técnica curricular de história da Secretaria da Educação paulista. Segundo ela, o uso dos games digitais tem o objetivo de sair do modelo tradicional de ensino. Atualmente, está em tramitação na Câmara dos Deputados um projeto de lei que tenta instituir uma Política Nacional de Estímulo ao Uso de Jogos Eletrônicos na Educação Básica (PNJE), que teria como intuito aprimorar aprendizagem por meio desses dispositivos.

Outro jogo que permite um recuo ao passado e também indicado no material escolar da secretaria paulista é *O último banquete em Herculano*. Nele, o jogador assume o controle do escravizado Septimius, que vive na cidade vizinha à Pompeia, na Roma Antiga. Sua missão é organizar um banquete para comemorar a Vulcanália, festival dedicado ao deus Vulcano – relacionado, principalmente, ao fogo. É 23 de agosto do ano 79 e, assim que o

jogador sai da casa de seu mestre com uma lista de tarefas a cumprir, sente um tremor de terra. Esses tremores voltam a aparecer ao longo do jogo e são um presságio da erupção do vulcão Vesúvio.

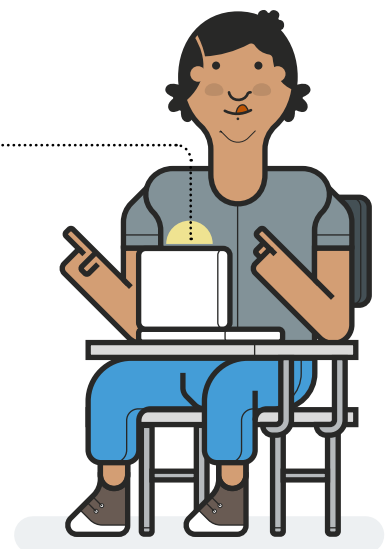
“Cada cenário do jogo corresponde a um aspecto arqueológico da vida romana que o professor pode explorar”, conta o historiador Alessandro Gregori, que cursa doutorado na Faculdade de Educação da USP e participou do desenvolvimento de *O último banquete*. Estudos do Laboratório de Arqueologia Romana Provincial (Larp-USP), responsável pelo desenvolvimento do jogo e ligado ao MAE, são a base para os ambientes do game. Trabalhar as peculiaridades de cada cenário é uma das sugestões pedagógicas do guia didático do jogo.

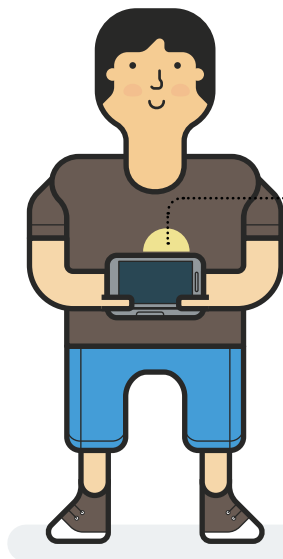
Gregori adaptou à narrativa as práticas religiosas dos antigos romanos, tema de seu mestrado no Larp. “Foi um desafio: como traduzir para o mundo digital esse sentimento antropológico da religiosidade romana, baseado na troca de favores com os deuses?”, conta o historiador. A saída foi incluir uma missão em que o jogador precisa ajudar moradores da cidade a fazer suas oferendas com frutas, vinhos ou imagens em terracota.

Como professor de história do 6º ano e do ensino médio, Gregori usa o jogo em suas aulas sobre Roma Antiga. Para isso, cria um plano de atividades e orienta os alunos para que joguem e observem algum aspecto que pretende debater. Por exemplo, Septimius, apesar de ser escravizado, pode frequentar as termas da cidade – essa é uma das missões dele no jogo. Isso só era possível por ele ter um *status* superior: era o responsável pela gestão da casa de seu senhor. “É uma boa imagem para discutir a escravidão no mundo romano, que não era ligada à questão racial”, diz. Para ele, os games são recursos didáticos que só têm força com o planejamento e acompanhamento do pro-



Huni Kuin – Os caminhos da jiboia: desenvolvido com indígenas do Acre, cria aventuras a partir de histórias tradicionais





Guardiões da floresta – Gamebook: exercita memória, planejamento e atenção sustentada para que Lyu encontre os pais



fessor. “Não basta sentar os alunos na frente do tablet e do celular e pedir que joguem. Apesar de possibilitar uma imersão na história, o olhar do educador torna, de fato, o jogo educativo”, avalia.

Essa intersecção entre games digitais e aprendizagem é estudada por pesquisadores brasileiros das áreas de educação, comunicação, informática, design e psicologia pelo menos desde o início dos anos 2000. Não há consenso sobre o melhor termo a ser empregado: jogos educativos, jogos sérios, jogos com fins educacionais ou aprendizagem baseada em jogos. De acordo com o 2º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais, publicado em 2018 e financiado pelo então Ministério da Cultura, o número de jogos sérios produzidos no país foi maior do que o de jogos de entretenimento. Na categoria jogos sérios se enquadram aqueles games com objetivos que vão além do entretenimento. São os educativos, de treinamento em defesa, saúde, processos de gestão, entre outros. Entre 2016 e 2017, 227 empresas que responderam à pesquisa desenvolveram 1.718 jogos, sendo 874 sérios, 785 de entretenimento e 59 de outros tipos.

Segundo a Associação Brasileira de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos (Abragames), ainda não há um levantamento mais recente do número de games desenvolvidos no Brasil, nem sobre seu faturamento. No entanto, a associação indicou a pesquisa da empresa Newzoo, divulgada em maio de 2021 no Brazil’s Independent Games Festival, como um indicativo: o mercado de games teria uma receita de US\$ 2,3 bilhões (cerca de R\$ 12 bilhões) em 2021, aumento de 5,1% na receita anual. Os jogos mobile (para ce-

lular e tablet) correspondem a 47% do mercado. Ainda de acordo com a Abragames, não há um levantamento de jogos produzidos na esfera acadêmica, mas neste primeiro semestre de 2022 a associação está iniciando uma pesquisa – que deve passar a ser recorrente – sobre o cenário do desenvolvimento de games no país.

“Nesses últimos 20 anos, houve um crescimento de grupos de pesquisa no Brasil que não apenas refletem sobre a mediação dos jogos digitais no processo de aprendizagem, mas também desenvolvem esses games”, observa a pedagoga Lynn Alves, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), coordenadora da rede de pesquisa Comunidades Virtuais – UFBA, que reúne grupos que estudam jogos digitais e educação do Instituto Federal (IF) Baiano, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e da Universidade do Estado da Bahia (Uneb). Em quase duas décadas, o Comunidades produziu 13 jogos para aprendizagem escolar e em empresas. Desde 2007, Alves organiza o Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação (SJECC).

“Essas narrativas podem seduzir crianças e adolescentes, já habituados a jogar. Quando jogam, muitas vezes eles nem se dão conta de que estão desenvolvendo habilidades cognitivas e sociais”, diz Alves, organizadora do livro *Jogos digitais e aprendizagem – Fundamentos para uma prática baseada em evidências* (Papyrus, 2016). O volume reúne artigos de pesquisadores brasileiros, portugueses e espanhóis. Para ela, os jogos com fins educacionais precisam, antes de tudo, ser divertidos.

Alves sugere que, ao colocar o foco central apenas no conceito a ser transmitido, os jogos com fins educacionais podem se tornar desinteressantes para os estudantes. Ela apresenta esse argumento em um artigo publicado em 2020 na revista científica *Obra Digital*, com resultados

de um questionário on-line respondido por 86 graduandos e pós-graduandos na área de jogos e tecnologias digitais no Brasil. Para ela, os jogos com fins educativos podem e devem beber nos games de entretenimento de grandes franquias, que têm enredo, conjunto de regras e personagens divertidos e atraentes. “Esses jogos comerciais também podem ser usados em sala de aula”, propõe.

“As regras dos jogos educacionais precisam expressar sentidos, serem lúdicas e conduzir o jogador a um determinado comportamento. O jogo é um espaço de aprendizado e de socialização e a pessoa precisa sentir que está interferindo nele”, afirma Marcelo de Vasconcellos, pesquisador do Centro de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde (CDTS) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e coautor do livro *O jogo como prática de saúde* (SciELO, Editora Fiocruz, 2018). Desde 2009 ele pesquisa o uso de jogos digitais e analógicos para a comunicação e promoção da saúde.

Para Vasconcellos, uma das características principais que esses games deveriam ter é a retórica procedimental: expressar sentido por meio de regras e processos, o que torna o aprendizado intuitivo e imerso na proposta do jogo. Ou seja, para apresentar um conteúdo educativo, não basta um texto saltar na tela, no meio de uma fase. Os conceitos precisam surgir por meio de desafios e interação. Essa é uma das conclusões que Vasconcellos apresenta em um artigo publicado em 2017 na revista científica *Informática na Educação: teoria & prática*.

Ele é um dos organizadores do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SB-Games, evento acadêmico anual sobre jogos que dedica uma parte à educação, e também da conferência da Digital Games Research Association

(DiGRA) deste ano, que será realizada em Guadalajara, no México, em abril. A associação, criada em 2003, reúne pesquisadores de diversos países que também se debruçam sobre os jogos eletrônicos. Com divisões em países como Austrália, Reino Unido, Espanha, Israel, Índia, entre outros, a associação ganhou um braço no Brasil em 2021. “No cenário internacional, o campo de estudos de jogos eletrônicos também ganha força na virada do milênio”, conta o programador visual.

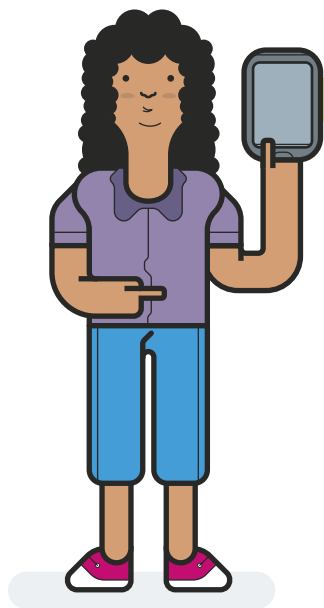
Em um levantamento de 2014 sobre ensino com games digitais feito com 649 professores de escolas do ensino fundamental nos Estados Unidos, cerca de 74% deles disseram usar games digitais em aulas. Quatro em cada cinco professores também informaram que seus alunos jogavam principalmente jogos educacionais em comparação com 5% que usavam mais jogos comerciais. Já 8% deles usam principalmente um híbrido das duas primeiras opções – jogos de entretenimento que foram adaptados para uso educacional. A pesquisa foi conduzida pela organização não governamental Joan Ganz Cooney Center, com financiamento da Fundação Bill & Melinda Gates.

A FLORESTA COMO CENÁRIO

Os jogos digitais foram a escolha da pedagoga Stella Santana, professora em nível de Ensino Fundamental 1 na Escola Municipal Sebastiana Silveira Pinto, na cidade mineira de Uberlândia, para discutir as culturas e a diversidade indígena no Brasil em sala de aula. Em setembro de 2021 ela desenvolveu o projeto experimental “Jogo digital, cultura real” com três alunas entre 9 e 10 anos. O projeto ficou em primeiro lugar nas categorias Ensino Fundamental 1 e Votação Popular na feira Ciência Viva 2021, organizada pela Universidade Federal de Uberlândia em novembro.



Sambaquis – Uma história antes do Brasil: jogador executa tarefas em situação recriada a partir de estudos arqueológicos



Fiocraft (acima) e Vacc – O jogo das vacinas (ao lado): a difusão de informações e o combate à Covid-19 em forma de games

Entre as atividades que realizou, ela utilizou o game *Huni Kuin – Os caminhos da jiboia* com as alunas ao longo de dois meses. No game, programado em visual 2D que lembra os jogos clássicos dos anos 1990, cinco histórias tradicionais do povo Kaxinawá (Huni Kuin) se transformam em aventuras vividas por dois jovens indígenas. Contam com a ajuda de seus ancestrais e interagem com animais, plantas, espíritos e demais seres invisíveis da floresta. Lançado em 2016, o jogo venceu o Festival comKids Interativo 2020 na categoria games, seu quinto prêmio.

O enredo foi construído de forma colaborativa com 30 moradores da Terra Indígena Kaxinawá do Rio Jordão, no Acre, sob a orientação do antropólogo Guilherme Meneses, da organização não governamental Associação Povos da Terra (Apoti). Para isso, o pesquisador passou quatro meses com os indígenas, coordenando oficinas de criação, gravando os sons das matas e a narração das histórias feita pelos próprios indígenas na língua hãtxa kuĩ. Alguns trechos aparecem no jogo e seu site (www.gamehunikuin.com.br) traz vídeos com as gravações completas e os bastidores das oficinas. “Uma das propostas era abordar a colonização durante a extração da seringa. Mas, durante as oficinas, os Huni Kuin decidiram que seria um jogo sobre suas histórias tradicionais, que abordam a origem das coisas”, conta ele.

A pedagoga promoveu um bate-papo on-line entre Meneses e os estudantes. “Guilherme comentou que o sonho de um dos pajés era levar a cultura dos Huni Kuin para outros povos. O jogo permitiu isso”, avalia. Ela reitera, no entanto, que a infraestrutura de muitas escolas públicas

para usar esse tipo de material é precária. “É preciso investir na formação continuada dos professores para usarem novas tecnologias, garantir bons computadores e acesso à internet. Na escola, levei dois dias só para baixar o jogo em três computadores.”

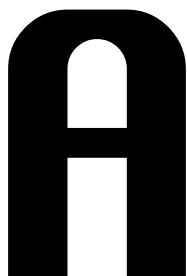
A floresta amazônica também é o pano de fundo do game *Guardiões da floresta – Gamebook*, para tablets e smartphones com sistema Android, destinado ao público de 8 a 12 anos. No centro do enredo está a menina Lyu, que se perde dos pais em uma expedição e encontra personagens como o curupira Aram, o Saci Pererê, a Iara e o lobisomem Luno que a ajudarão. O jogador assume o papel da menina, que se junta aos personagens folclóricos para proteger a floresta das garras da fábrica Aragon, que quer devastá-la.

“Criamos uma plataforma híbrida entre jogo e Appbook, um livro interativo, sendo que o jogo é o elemento principal. Com ele, procuramos estimular as chamadas funções executivas, como memória, planejamento e atenção sustentada. Ele é indicado tanto para ser usado nas escolas, com vários minigames que podem ser trabalhados, quanto em atividades no espaço clínico com crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade”, explica Lynn Alves, coordenadora do *Guardiões*, desenvolvido pelo braço da Comunidades Virtuais na Uneb e na UFBA. Um arquivo com orientações pedagógicas para educadores também pode ser baixado.

GAMES NA MATEMÁTICA E NA SAÚDE

O que a ficção científica tem a ver com matemática? Muita coisa, segundo o jogo *D.O.M.*, para computador, também coordenado por Alves e desenvolvido pelo braço da Comunidades Virtuais na Uneb. O jogador controla G.U.I, uma criança que

vijava de férias com sua família pelo espaço, quando sua nave foi atingida por um asteroide. Depois de cair em um planeta desconhecido, ele precisa recuperar as peças da nave para ajudar os pais e voltar para casa. A proposta pedagógica é que os estudantes do 1º ano do ensino médio aprendam conceitos de função quadrática enquanto jogam, percebendo a matemática desde o estudo de corpos celestes até ações do dia a dia. Orientações pedagógicas ajudam seu uso em sala de aula.



Área da saúde pode, igualmente, beneficiar-se da imersão que os games digitais proporcionam. Essa foi a aposta do jogo – de uso exclusivo em computadores – *Negligência mortal*, lançado em janeiro de 2021 pelo Espaço Interativo de Ciências (EIC) do Instituto de Física de São Carlos da USP. Nele, a respeitada médica epidemiologista Odete é chamada às pressas pelo governo federal para ajudar em uma missão: descobrir qual doença uma jornalista contraiu ao fazer um documentário sobre os biomas brasileiros. Odete precisa refazer o caminho percorrido pela jornalista, anotando os sintomas dos moradores de áreas ribeirinhas e zonas rurais que encontra. O jogo, com foco em estudantes do ensino fundamental e médio, aborda quatro doenças negligenciadas no país: esquistossomose, malária, doença de Chagas e leishmaniose.

As doenças que aparecem no game estão relacionadas às pesquisas do Centro de Pesquisa e Inovação em Biodiversidade e Fármacos (CIBFar), ao qual o EIC é ligado. O CIBFar é um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP. “Procuramos criar um jogo em que o público se envolvesse. Por isso, o estudante precisa interagir com os minigames e com os personagens, para levantar informações e desvendar o mistério. Essa jogabilidade é mais interessante do que simplesmente ter algo estático com um texto e uma foto”, avalia a biofísica Leila Maria Beltrami, coordenadora do EIC e do jogo.

No site do EIC há mais de 30 para serem explorados, todos gratuitos e alguns desenvolvidos para dispositivos móveis com plataforma Android. A iniciativa foi uma demanda dos próprios professores que frequentam o Espaço Interativo, onde são oferecidos treinamentos e palestras. Como era de se esperar, a pandemia de Covid-19 também virou jogo. “Fiquei frustrado ao ver circular tantas informações falsas sobre a pandemia e a vacinação”, conta o imunologista Helder Nakaya, pesquisador da Plataforma Científica Pasteur-USP e do Hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo. “Mas não queria fazer mais um vídeo ou um

texto, entre tantos que já existem.” Foi então que ele criou, com uma equipe do movimento Todos pelas Vacinas e pesquisadores da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o *Vacc: O jogo das vacinas*, disponível de forma gratuita para computador, celulares e tablets com sistema Android.

Nele, o jogador precisa comandar a personagem Maria Gotinha para vacinar a população. Ela usa uma seringa gigante com a qual dispara imunizante nas pessoas. Por trás da mecânica simples há uma série de conceitos-chave, como a importância do distanciamento social – na primeira fase, as pessoas que ficam dentro de casa têm menos chance de serem infectadas pelo vírus. Adiante, aparecem *fake news* espalhadas pelo chão e as pessoas que passam por elas se tornam mais rápidas e difíceis de serem vacinadas. Para mostrar como esses conceitos aparecem no jogo, ele gravou um vídeo no YouTube para professores que queiram trabalhar o game em sala de aula.

A bióloga Flávia Ferrari, professora da Fundação Bradesco, na cidade de São Paulo, uma das idealizadoras do Todos pelas Vacinas, usou o jogo com seus alunos do 6º e do 9º ano, com idades entre 11 e 15 anos. Ela fez um campeonato: eles precisavam jogar, pensar nos conceitos e, na aula seguinte, expor suas percepções em um bate-papo. “Eles se empolgaram. Alguns comentavam sobre os irmãos mais novos, que tinham tomado a segunda dose de alguma outra vacina. Foi uma abertura importante para conversar sobre resistência vacinal e abordar campanhas de imunização contra a meningite e o HPV”, conta.

No *Fiocraft*, lançado em maio de 2021 pelo Polo de Jogos e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (FioCruz), pesquisadores também divulgaram informações sobre a Covid-19 em forma de exposição virtual. A plataforma não é um jogo, mas um mapa que traz a réplica do histórico castelo mourisco da fundação que pode ser visitado dentro do game *Minecraft Java edition*, da Microsoft – disponível apenas para computadores, por enquanto.

Um dos desafios para desenvolver o mapa foi recriar o ambiente histórico. “Precisamos fazer algumas adaptações para permitir que o jogador caminhasse pelo castelo. Mas quem trabalha com jogos para educação precisa entender que há licença poética e não fazemos uma réplica exata do mundo real. É preciso preservar o lúdico”, observa Marcelo de Vasconcellos, coordenador do *Fiocraft*. Outros jogos desenvolvidos pela FioCruz podem ser acessados no portal da FioCruz. ■

Artigos científicos

SANTOS, W. S. e ALVES, L. R. G. Jogos digitais educacionais: Tensionamentos no processo de produção. *Obra Digital*. n. 18, p. 13-24. ago. 2020.

VASCONCELLOS, M. S. et. al. As várias faces dos jogos digitais na educação. *Informática na Educação: teoria e prática*. v. 20, n. 4, p. 203-18. ago. 2017.



Representação artística dos turboélices ATL-300 (avião do alto) e ATL-100, projetados pela Desaer

DECOLAR É PRECISO

Startup planeja fabricar aviões para atender a centenas de aeroportos ociosos em pequenas cidades do país

Tiago Jokura

Uma frota de 5,7 mil aviões de pequeno porte, com capacidade para transportar cerca de 20 passageiros ou 2,5 toneladas (t) de carga cruza atualmente os céus do planeta. Boa parte dos 14 diferentes modelos que operam nessa categoria foi fabricada nas décadas de 1970 e 1980 e já saiu de linha. Um exemplo é o Bandeirantes, turboélice desenvolvido e construído pela Embraer entre 1973 e 1981. Diante desse cenário, a projeção é de que, nos próximos 15 anos, cerca de 2 mil desses aviões precisem ser substituídos.

Essa demanda iminente foi o ponto de partida do desafio assumido pela Desaer, startup instalada na Incubaero, a incubadora de empresas e projetos do setor de aviação mantida pela Fundação Casimiro Montenegro Filho, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (FCMF-ITA), em São José dos Campos (SP). Criada em 2017, a Desaer está oferecendo a potenciais clientes seus primeiros dois novos modelos de aeronave, ainda em fase de projeto.

“Criamos a empresa para atender a um segmento do mercado pouco valorizado pelos grandes fabricantes aeronáuticos, o da aviação regional”, diz Evandro Fileno, CEO e fundador da empresa. “Esse setor demanda aviões de pequeno porte,

PERFIL DAS AERONAVES

Modelos podem ser empregados para o transporte de passageiros ou carga

ATL-100

Tempo para conversão de passageiros para carga: **40 minutos**

Envergadura: **20 m**

Capacidade:

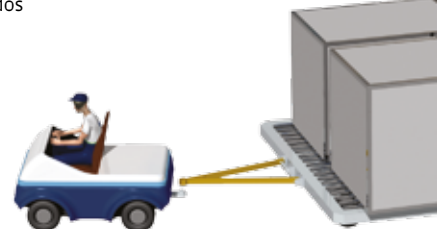
2 tripulantes + 19 passageiros



ou **3 contêineres**



A rampa traseira para carga e descarga de contêineres é um dos diferenciais dos dois turboélices



FONTE DESAER

essenciais para conectar cidades menores.” O Brasil, segundo o empreendedor, tem mais de mil cidades com aeroportos e apenas 60 delas apresentam fluxo constante de cargas e passageiros. “Temos um amplo espaço para explorar”, afirma.

O ATL-100, modelo inaugural da Des aer (acrônimo de desenvolvimento aeronáutico), é um avião simples, mas robusto. Com asa alta, dois motores turboélices e trem de pouso fixo, tem capacidade para 19 passageiros ou três contêineres do tipo LD3, que são o padrão para o transporte de carga em aviões. Seu alcance de voo é de 1.600 quilômetros (km), distância de São Paulo a Cuiabá (MT).

“O ATL-100 [sigla para Avião de Transporte Leve] vai disputar uma fatia de mercado com outros aviões modernos, como é o caso do Skycourier, da fabricante norte-americana Cessna”, destaca o engenheiro Jorge Eduardo Leal Medeiros, do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Ainda em desenvolvimento, o avião da Cessna está previsto para começar a operar comercialmente este ano. A fabricante ítalo-francesa ATR domina o mercado global de aviões turboélices. São quatro modelos em fabricação, todos maiores do que o ATL-100, com capacidade para 30 passageiros ou mais. A Embraer também fabrica aeronaves destinadas à aviação regional. Mas são modelos a jato e de maior porte, para 70 ou mais ocupantes.

Fileno, que trabalhou por 20 anos na Embraer, concorda que o Skycourier é parecido com o ATL-100 em termos de soluções e capacidade, mas informa que o modelo brasileiro oferece um diferencial exclusivo na categoria. “Nosso avião tem uma rampa traseira que dispensa a necessidade de empilhadeiras para movimentação de contêi-

neres. No Skycourier, as cargas entram e saem por uma porta lateral não acessível no nível do solo”, explica. Outro diferencial proporcionado pela rampa é a acessibilidade, já que facilita a entrada e a saída de passageiros com dificuldade de locomoção. “Fomos sondados por clientes da aviação aeromédica por causa da facilidade de embarcar macas pela rampa, o que não é simples em aeronaves comuns, com portas elevadas.”

A partir de conversas com interessados no ATL-100, Fileno percebeu que poderia haver demanda também para um avião maior. A partir dessa constatação, a Des aer decidiu projetar um segundo turboélice, o ATL-300, para 40 passageiros ou 4 t de carga. O modelo também tem rampa traseira, mas é mais sofisticado, com trem de pouso retrátil e pressurização interna, o que permite voos em altitudes mais elevadas – o ATL-100 será despressurizado.

O preço estimado para o ATL-100 é de US\$ 5,5 milhões – valor próximo ao do Skycourier –, enquanto a versão 300 deverá custar US\$ 20 milhões. A empresa está preparando relatórios para certificação dos dois modelos na Agência Nacional de Aviação Civil (Anac). “O ATL-100 está com 58% do projeto avançado. Estimamos mais um ano e meio de engenharia antes de construir o primeiro protótipo”, vislumbra Fileno. “Como começamos a trabalhar no ATL-300 em dezembro, temos apenas 6% do projeto desenvolvido. Vai levar mais dois anos e meio até o protótipo.”

A startup, cuja equipe técnica é formada por 36 engenheiros, aportou até o momento cerca



ATL-300

Tempo para conversão de passageiros para carga: **50 minutos**

Envergadura: **23,44 m**

Capacidade:

2 tripulantes + 40 passageiros



ou **5 contêineres**



de R\$ 700 mil nos projetos, dinheiro do próprio empreendedor. Agora, Fileno busca mais recursos com investidores e possíveis parceiros. A pandemia de Covid-19 afetou o negócio. Conversas com interessados foram paralisadas por causa das incertezas econômicas decorrentes da crise sanitária. Por outro lado, o crescimento do e-commerce durante a pandemia ampliou a demanda logística por atender a localidades distantes de grandes centros.

Luiz Sérgio Heinzlmann, presidente da FCMF-ITA, elenca outros fatores favoráveis para os modelos projetados pela Des aer. “Os dois aviões têm o porte ideal para voar na Amazônia. Podem decolar e pousar em pistas pequenas e sem pavimentação, conectando povoados que não comportam aeronaves de grande porte”, conta. Ele destaca ainda que há uma expectativa de que a legislação aeronáutica passe a exigir que voos na região Norte sejam feitos exclusivamente com aviões bimotores, em substituição à frota de monomotores – aeronaves com dois motores são, em tese, mais seguras porque, em caso de pane de um deles, contam com o outro para continuar voando. Se a lei for alterada, poderá crescer a demanda por aviões da categoria dos ATL.

ZONA DE TURBULÊNCIA

Paralelamente ao desenvolvimento dos dois aviões, a Des aer planeja construir uma fábrica dedicada à produção deles em Araxá (MG) – o município foi escolhido por causa de incentivos fiscais oferecidos pela prefeitura local. Ela funcionará como uma linha de montagem de componentes, a maioria deles “de prateleira” – soluções prontas, que já existem no mercado. Se necessário, algumas peças poderão ser desen-

volvidas com parceiros. A expectativa é iniciar a construção da unidade industrial ainda este ano. A planta deverá produzir quatro aviões de cada modelo por mês.

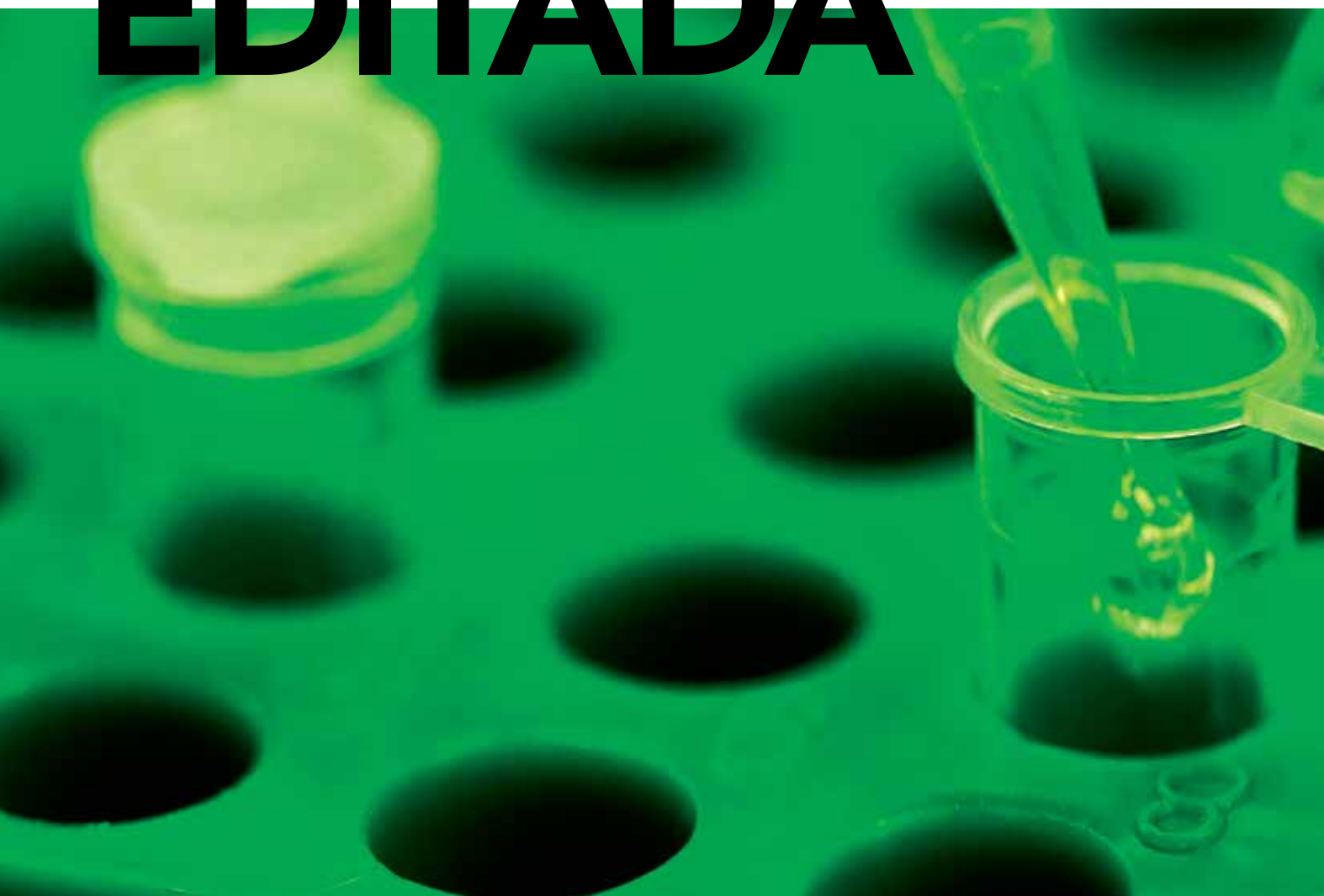
Sobre as incertezas e as inúmeras dificuldades de uma empreitada como essa – entre elas a alta do dólar, que encarece as importações e impacta toda a cadeia produtiva aeronáutica, dependente de matéria-prima e de peças importadas –, Fileno não se deixa abater. “Desenvolver um produto novo, do zero, sobretudo algo tão complexo como um avião, sempre implica riscos”, diz ele. “Já temos a intenção de compra de cinco ATL-100 por uma empresa brasileira e de outras sete unidades por uma companhia uruguaia. Isso nos dá segurança para atrair investidores e acelerar o desenvolvimento dos aviões e a construção da fábrica.”

Para driblar as turbulências, a empresa aposta na inovação. O ATL-100 tem quatro patentes, incluindo um sistema para carregar e descarregar contêineres, e essas soluções são chamarizes para parcerias e financiamentos. Em fevereiro, a empresa fechou um acordo com a magniX, fabricante norte-americana de propulsores elétricos, para desenvolver um avião híbrido, com dois motores convencionais e dois motores elétricos, o ATL-100H.

“A Des aer, sem dúvida, aposta em um segmento com uma demanda operacional real. Os aviões que estão propondo são simples, mas com soluções robustas”, pondera Fernando Teixeira Mendes Abrahão, professor do Laboratório de Engenharia Logística do ITA. “O desenvolvimento do produto, contudo, ainda não foi finalizado. Há um longo caminho a ser trilhado até que os aviões estejam operacionais e sejam uma alternativa para o mercado.” ■

BIOTECNOLOGIA

A CANA-DE-AÇÚCAR EDITADA



Embrapa obtém aprovação da CTNBio para as primeiras variedades não transgênicas da planta modificadas utilizando a técnica Crispr, mais simples e acessível

Suzel Tunes

A história do reconhecido pioneirismo brasileiro na produção de biocombustível a partir da cana-de-açúcar acaba de ganhar mais um capítulo. Ele foi concluído em 10 de dezembro de 2021, quando a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) avaliou como não transgênicas duas variedades de cana-de-açúcar editadas geneticamente por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). As plantas encontram-se agora em testes de campo. Segundo a instituição, são as primeiras canas editadas *transgene-free* do mundo, ou seja, sem a inserção de DNA externos, obtidas pela tecnologia Crispr-Cas9, que permitiu o silenciamento de genes da planta sem a incorporação de nenhuma sequência gênica advinda de outros organismos. “O que fizemos foi gerar uma planta melhorada, muito semelhante ao processo que ocorre na natureza”, afirma o agrônomo Hugo Molinari, líder da pesquisa na Embrapa Agroenergia, em Brasília.

Sigla de Conjunto de Repetições Palindrômicas Regularmente Espaçadas, a tecnologia Crispr utiliza a proteína Cas9 para cortar o DNA em pontos específicos a fim de induzir mutações em regiões de interesse. O desenvolvimento dessa ferramenta rendeu o Prêmio Nobel de Química de 2020 à geneticista francesa Emmanuelle Charpentier

e à bioquímica norte-americana Jennifer Doudna, que trabalharam em parceria para obter um sistema mais simples, rápido e acessível do que outros métodos de edição gênica (*ver Pesquisa FAPESP nº 288*).

Utilizando a nova tecnologia, Molinari obteve duas variedades de cana com características de grande interesse para o setor sucroenergético. A primeira, batizada de Flex I, apresenta maior digestibilidade (capacidade de ser digerida) da parede celular. Esse traço proporciona melhor aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar, tanto para a geração de energia quanto para a nutrição animal; em outras palavras, a parede celular é mais fácil de ser quebrada, permitindo acesso mais fácil às reservas energéticas da planta. A outra, Flex II, tem maior concentração de sacarose, o que lhe confere maior teto produtivo. Em ambas as variedades foi suprimida a expressão dos genes BAHD1 e BAHD5, respectivamente, envolvidos na produção de aciltransferases. Essas enzimas, objeto de estudo de Molinari há 12 anos, são responsáveis pela formação da estrutura da parede celular da planta.

“Para usar a técnica de edição genômica é necessário ter alvos bem estabelecidos”, diz o pesquisador. Ele já sabia que essas enzimas são responsáveis pela rigidez da parede celular da planta. A expectativa era que o silenciamento do gene BAHD1, que a codifica, resultasse em maior di-

Solução aquosa contendo o complexo que dá início ao processo de edição genômica

gestibilidade da biomassa. E foi o que aconteceu, dando origem à variedade Flex I. A surpresa veio quando o grupo de pesquisa começou a estudar outro gene da mesma família, o BAH5: além de maior digestibilidade, a variedade resultante com esse gene também silenciado apresentou concentração maior de açúcares. “Houve aumento de glicose, sacarose e frutose, tanto no colmo [o caule da planta] quanto nos tecidos foliares”, informa Molinari.

A tecnologia Crispr-Cas9 de edição de genomas já havia sido empregada em cana-de-açúcar por um grupo de pesquisa liderado pelo agrônomo norte-americano Fredy Altpeter, na Universidade da Flórida. Entretanto, a metodologia utilizada por ele gerou plantas consideradas transgênicas, pois no processo de edição houve a incorporação de genes exógenos. “Foram incorporados três genes: um que codifica a proteína Cas9, outro que codifica o RNA-guia [que conduz a Cas9 até a região do genoma que se deseja editar] e um terceiro chamado de marcador seletivo, que permite identificar as células transgênicas”, explica o biólogo Marcelo Menossi Teixeira, coordenador do Laboratório de Genoma Funcional do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

O pesquisador, que não participou do trabalho da Embrapa, começou a usar a tecnologia Crispr há três anos, quando uma pós-doutoranda supervisionada por ele, Lucia Mattiello, realizou estágio na Universidade da Flórida, sob supervisão de Altpeter. Atualmente, Menossi pesquisa como a edição gênica, dentre outras ferramentas, pode ajudar na criação de uma variedade de cana mais resistente à seca. “Altpeter conseguiu resultados interessantes com a planta, mas eliminar transgenes [editar genomas sem empregar a transgenia] em cana-de-açúcar

é bastante complicado”, avalia o biólogo da Unicamp, referindo-se à complexidade genética da cana – a planta tem cerca de 10 bilhões de pares de bases, três vezes mais que o genoma humano.

“O trabalho da Embrapa é um marco na ciência brasileira. O fato de Molinari já ter colocado plantas no campo mostra a viabilidade da tecnologia”, diz a bióloga Adriana Capella, diretora de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Localizado em Piracicaba e controlado por empresas do setor sucroenergético e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o CTC lançou a primeira cana transgênica do mundo, aprovada em 2017 pela CTNBio (ver Pesquisa FAPESP nº 258). Agora, também investe em edição gênica por meio da unidade CTC Genomics, inaugurada em 2018, em Saint Louis, nos Estados Unidos. “Estamos validando a tecnologia com incorporação de genes exógenos e já temos plantas editadas DNA-free na casa de vegetação”, adianta a pesquisadora.





RÁPIDA E ECONÔMICA

A busca de uma nova variedade de planta melhorada geneticamente, mas sem a adição de genes exógenos, justifica-se economicamente. O processo de aprovação de uma variedade transgênica pela CTNBio requer uma série de testes de biossegurança que tornam o processo lento e oneroso. De acordo com Molinari, o custo estimado para o desenvolvimento de uma planta transgênica é de cerca de US\$ 130 milhões, sendo que até 60% do custo final se destina às demandas das normas para liberação comercial.

“Grandes multinacionais têm recursos para arcar com os custos de aprovação de um transgênico. Por isso, a regulamentação excessiva transforma-se numa espécie de seleção natural de grandes empresas”, critica Menossi. Para Molinari, a edição genômica chegou para revolucionar o setor, democratizando o uso da biotecnologia.

As diferentes rotas para melhorar uma planta

Compare as diversas tecnologias para criação de novas variedades de cultivares

	MELHORAMENTO CONVENCIONAL	EDIÇÃO GENÔMICA	TRANSGENIA
 Tempo para uma nova cultivar	10 anos	De 2 a 5 anos	De 10 a 12 anos
 Precisão	Randômica (tentativa e erro)	Alta	Média
 Custo	US\$ 10 milhões	De US\$ 500 mil a US\$ 5 milhões	Mais de US\$ 100 milhões
 Alterações não previstas no genoma	Muitas	Poucas	Poucas



Calos embriogênicos de cana-de-açúcar submetidos à técnica Crispr-Cas9. À direita, plântulas geneticamente editadas pela Embrapa

“Startups, institutos e universidades, agora todos podem jogar o jogo”, declara.

O agrônomo Alexandre Nepomuceno, chefe-geral da Embrapa Soja, destaca outra vantagem da Crispr: a simplicidade. “É uma tecnologia muito mais rápida, barata e precisa.” Ele conta que soube da novidade em 2011, quando coordenava o Laboratório Virtual da Embrapa no Exterior (Labex). O pesquisador passava uma temporada no Plant Gene Expression Center, associado à Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, onde pesquisava Jennifer Doudna.

“Eu estava trabalhando com a técnica de edição genômica Talen, que era a tecnologia de ponta na época, junto com Molinari”, lembra Nepomuceno. “Um dia, no intervalo do café, comentamos com alguns pesquisadores do centro norte-americano que estávamos editando gene de soja e nos falaram da Crispr, que acabava de ser descoberta. Utilizando a nova ferramenta, conseguimos em apenas uma semana e ao custo de US\$ 500 resultado semelhante ao trabalho de quase quatro meses e que havia custado cerca de US\$ 10 mil”, compara o pesquisador.

Nepomuceno relata essa história como exemplo da importância das viagens de intercâmbio e das parcerias com pesquisadores de outros países para o avanço da ciência no Brasil. Para a Embrapa, parcerias também são fundamentais para levar a inovação do laboratório para o campo. Atualmente, enquanto aguarda as patentes das novas variedades de cana-de-açúcar, a instituição busca parceiros comerciais que tenham interesse em inseri-las no mercado.

NAS PRATELEIRAS

No exterior, alimentos editados geneticamente começam a chegar às prateleiras. Segundo o livro *Tecnologia Crispr na edição genômica de plantas – Biotecnologia aplicada à agricultura* (Embrapa, 2020), iniciou-se em 2019 a comercialização, nos

Estados Unidos, de um óleo de soja com alto teor oleico produzido por meio do sistema Talen pela empresa de biotecnologia Calyxt.

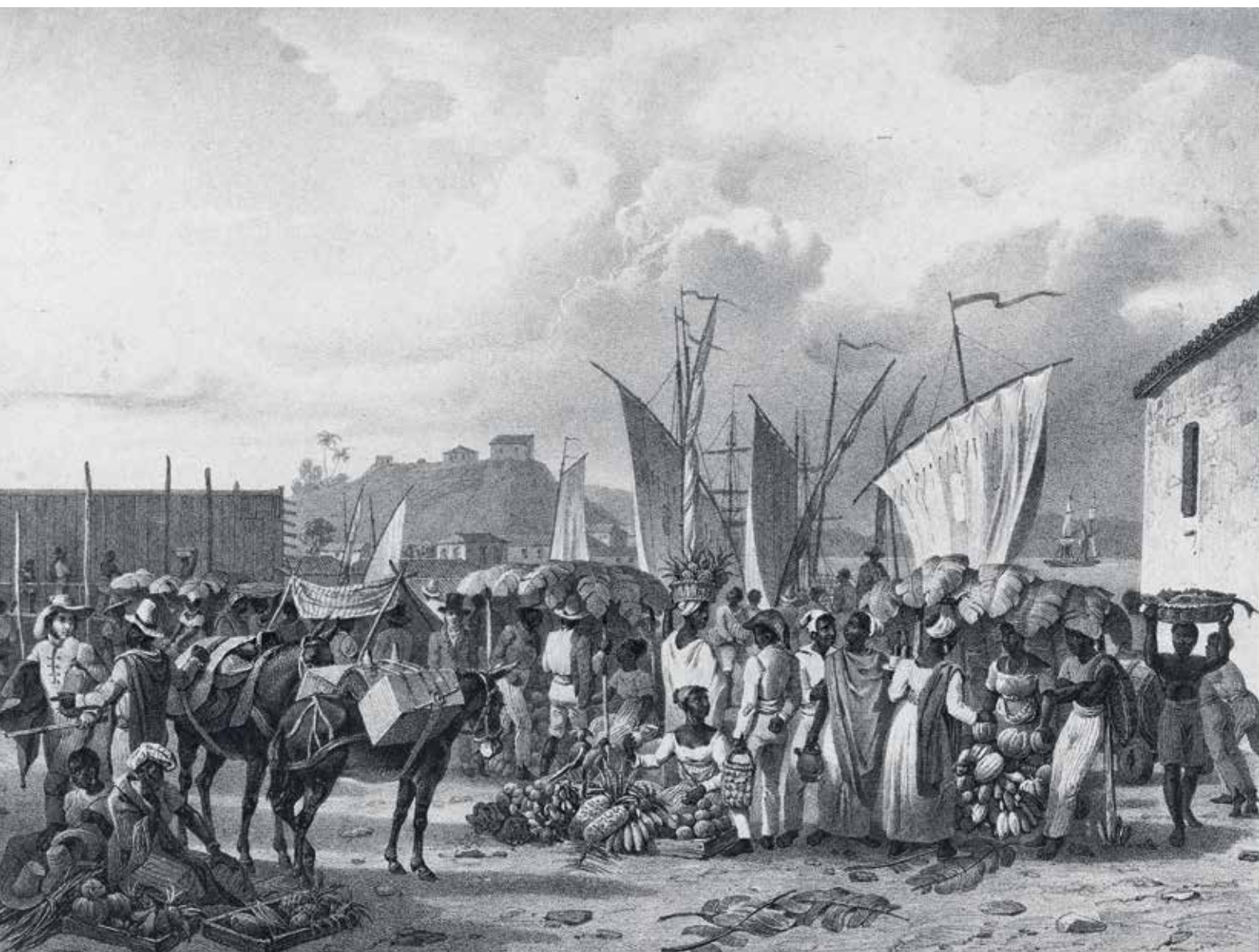
Em setembro do ano passado, um tomate com cinco vezes mais ácido gama-aminobutírico (Gaba) foi o primeiro alimento geneticamente editado por Crispr a ser comercializado no mundo. O tomate está sendo vendido no Japão. Segundo a empresa que o comercializa, a Sanatech Seed, seus altos níveis do aminoácido Gaba contribuem para a redução da pressão arterial e dos níveis de estresse.

No Brasil, a primeira planta editada com Crispr foi uma variedade de milho produzida pela Corteva Agriscience, aprovada pela CTNBio como não transgênica em 2018. É uma variedade que produz apenas um tipo de amido, a amilopectina, graças ao silenciamento do gene responsável pela produção da amilose. Com a alteração, o alimento torna-se mais facilmente digerido pelo organismo. A variedade ainda não está sendo comercializada e segue em fase de pesquisa.

Desde 2017, a Embrapa vem investindo em edição genômica para quatro culturas: cana-de-açúcar, soja, milho e feijoeiro. Maior tolerância à seca e resistência a pragas, inativação de fatores antinutricionais e maior durabilidade são algumas características que o programa de melhoramento genético da instituição busca atingir. “A edição genômica permite uma abertura de possibilidades que a gente nunca viu antes”, diz Molinari. “Os transgênicos têm potencial gigantesco de uso, mas, no contexto brasileiro, a incorporação da tecnologia Crispr-Cas9 nos programas de melhoramento genético, seja ele vegetal, animal ou com microrganismos, será um divisor de águas.” ■

O projeto e o artigo científico consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

COFRES, DO IMPÉRIO



Estudos sobre a tributação e os gastos públicos trazem novas interpretações acerca da formação do Brasil

Diego Viana

Quando o Brasil se tornou um país independente, teve de lidar com uma questão fundamental: de onde viria o dinheiro para custear o Estado? Para qualquer país, a pergunta está longe de ser banal. Decidir quem é tributado e de que forma, assim como escolher em que esses recursos são despendidos, constitui objeto de profundas disputas políticas. No caso de um país pouco povoado, escravista e recém-nascido, o problema é ainda mais espinhoso, uma vez que a base tributável costuma ser estreita e pode ser preciso incorrer em grandes despesas. Com a proximidade do bicentenário da Independência, em 7 de setembro, a questão da ordem fiscal no Brasil imperial é objeto de diversos lançamentos editoriais. Três desses livros partem do princípio de que é impossível entender a origem e a natureza de um Estado e de uma sociedade, com seus conflitos e relações de poder, sem olhar atentamente para os impostos e os gastos públicos.

Em *As finanças do Estado brasileiro (1808-1898)*, o historiador Ângelo Alves Carrara, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mostra como as pressões de proprietários e traficantes de escravizados e a crise da Guerra da Cisplatina (1825-1828) resultaram no sistema fiscal instalado a partir da década de 1830. Baseada na tese apresentada para o concurso de professor titular em sua universidade, a obra utiliza fontes que vão desde os registros de câmaras municipais e relatórios provinciais até manuscritos guardados na Biblioteca Nacional e no acervo da Academia de Ciências de Lisboa.

Em *Cidadãos e contribuintes: Estudos de história fiscal*, a historiadora Wilma Peres Costa, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), debruça-se sobre o “enigma do Império”, reunindo trabalhos empíricos e teóricos realizados desde a década de 1990. Trata-se, na verdade, de um conjunto de enigmas, dos quais o principal é como se instalou um Estado fiscal no Brasil, país com uma pequena população livre, se justamente a figura do contribuinte, alguém que detém renda e paga impostos, é central para a constituição do Estado liberal moderno. O livro recebeu o prêmio Sergio Buarque de Holanda, da Biblioteca Nacional, em 2021.

Já Thales Zamberlan Pereira, professor da Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas em São Paulo (Eesp-FGV), em livro a ser lançado este ano pela Companhia das Letras, com o título *Adeus, sr. Portugal – Uma história econômica da Independência* (em coautoria com o jornalista Rafael Cariello), argumenta que a crise fiscal da Coroa portuguesa está no coração do processo que levou à Independência do Brasil em 1822, no cenário crítico dos gastos militares de Portugal com as guerras napoleônicas e da difusão das ideias liberais e iluministas desde o século anterior. Pereira usa ferramentas econométricas para interpretar dados coletados durante duas estadas de pesquisa em Londres, a partir de relatórios consulares ingleses sobre o Brasil e informações do mercado de câmbio do jovem país.

CRISE DO ABSOLUTISMO

Nos anos que conduziram à Independência, segundo Pereira, “existia um desconforto crescente

Obra de Johann Moritz Rugendas retrata o comércio no Rio de Janeiro no século XIX

de súditos dos dois lados do Atlântico contra o absolutismo. O que as elites de Pernambuco, da Bahia, do Porto e de Lisboa desejavam era ter algum controle sobre as rendas geradas em suas regiões”. A crise na América portuguesa ocorreu em paralelo à Revolução Liberal portuguesa de 1820, que, a partir do levante de comerciantes da cidade do Porto, se espalhou para Lisboa e ameaçou a monarquia absolutista encabeçada por dom João VI (1767-1826). “As revoltas no Brasil não foram um simples reflexo da revolução do Porto. Uma causa importante da revolta foi a crise fiscal, que gerou inflação aqui, falta de pagamentos por lá e insatisfação generalizada”, explica.

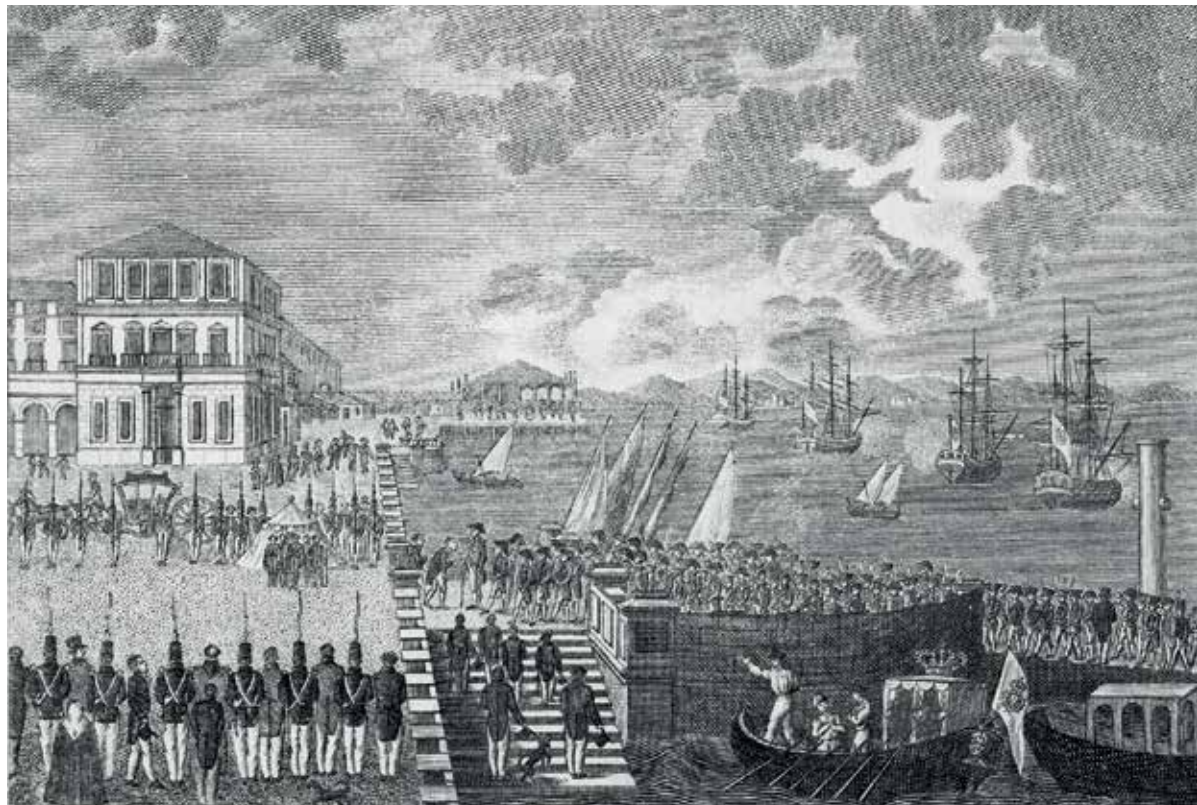
A principal reivindicação dos revoltosos era a adoção de uma Constituição, ou seja, o fim do absolutismo – sistema no qual o monarca detém poder ilimitado. Antes de mais nada, aponta Pereira,

isso significava limitar os poderes do rei, particularmente o de extrair recursos da população. “Os debates na América portuguesa não eram sobre ser independente de Portugal, mas sobre impor limites às arbitrariedades da monarquia. Regiões do Brasil, como Pernambuco, não queriam pagar impostos para custear a iluminação pública no Rio. Não queriam ver as exportações de algodão serem taxadas de forma crescente para pagar guerras no sul do país”, exemplifica o economista.

Em 1821, foram instaladas as cortes constituintes, em Lisboa, que tinham representantes do Brasil. O processo deu início a disputas de poder. “As diferentes partes do Império começaram a discutir de onde viriam os impostos, como seriam controlados, por quem e para onde iriam as despesas. Havia uma quantidade maior de deputados europeus, e logo os deputados da América consideraram insatisfatórios os custos e benefícios advindos da Carta que estava sendo votada em Lisboa”, diz Pereira.

Enquanto isso, desse lado do Atlântico, as elites nas províncias mais ricas, como Bahia e Pernambuco, deixaram de enviar as receitas de suas aduanas para a Corte, no Rio de Janeiro, e estabeleceram juntas de governo locais. A maioria portuguesa na Constituinte queria suprimir empregos públicos criados no Rio a partir de 1808, além de reduzir ao máximo o comércio direto entre o Brasil e outros países, recuperando receitas alfandegárias perdidas em 1808, com a abertura dos portos brasileiros às nações amigas.

O Estado brasileiro obtinha a maior parte de suas receitas das tarifas alfandegárias



Regresso de dom João VI a Portugal, em julho de 1821, na obra de Constantino de Fontes

“Cada discussão de reordenamento administrativo ou comercial trazia consigo uma consequência fiscal, impactando a repartição dos poderes dentro do Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves”, observa Pereira. Havia conflitos não apenas entre lusos e americanos, mas também entre as províncias brasileiras e o centro político da ex-colônia, no Rio. Nessas disputas, o evento decisivo para chegar à Independência em 1822 foi a proposta de dom Pedro I (1798-1834), príncipe regente instalado no Rio, de uma Constituinte exclusiva para as províncias do Brasil. Para os portugueses da América, romper com a metrópole europeia abriria a perspectiva de mais autonomia para recolher impostos e definir gastos.

Sacramentada a separação, constituiu-se no Brasil um paradoxo que pairaria sobre o sistema fiscal e tributário do país pelo menos até a Guerra do Paraguai (1864-1870). Por um lado, o governo da jovem nação precisava levantar fundos para gastos correntes, investimentos e pagamento de dívidas. Por outro, os grandes proprietários de terras e de trabalhadores escravizados controlavam a maior parte dos recursos e resistiam tanto quanto possível a ser tributados. O paradoxo está no fato de que as lideranças políticas no controle do Estado que pretendia recolher impostos eram oriundas dessas mesmas classes latifundiárias, de modo que, a rigor, tentavam tributar a si próprias e, ao mesmo tempo, esquivavam-se de seus respectivos esforços arrecadatários.

Nos termos de Costa, a “pulsão extrativa” do Estado sofreu grandes empecilhos no Brasil, o principal deles sendo justamente a elite controladora do governo nascente, latifundiários que produziam para o mercado externo graças à exploração do trabalho escravizado e que se opuseram, ao longo de todo o século XIX, à taxação de suas bases de riqueza. Além disso, havia a dificuldade em instituir novas formas de arrecadação, para substituir o sistema de “contratantes”, em que famílias tinham o direito de recolher os impostos em nome da Coroa portuguesa. Esse sistema gerou grandes fortunas entre os colonos (como a família Silva Prado e a dos Andradas), mas também levou a conflitos quando contratantes tiveram seus interesses contrariados. Foi o caso da Inconfidência Mineira (1789-1792).

O principal elemento do impasse era a posse de escravizados, uma vez que o tráfico internacional havia sido proibido em 1831, por força de um acordo com a Inglaterra. A interdição não impediu, no entanto, que até 1850 ingressassem no país cerca de 800 mil pessoas na condição de cativas. Para tanto, observa Costa, foi necessário que a jovem nação desenvolvesse um sistema de informalidade e silêncio que comprometeu os avanços característicos da



modernidade, como o cadastro das terras, o registro civil da população e um regime fiscal baseado em impostos sobre a produção e a circulação de bens.

“Em boa medida, meus estudos tratam de coisas que não aconteceram. Eles traçam uma história daquilo que não foi, mas que por isso mesmo é significativo. Estamos falando de um Estado que passou dois terços de um século tentando fazer o censo, até finalmente conseguir, em 1872. Tentava implantar o registro civil, impor o sistema métrico, cadastrar terras. São projetos que constantemente bateram de frente com empecilhos que pareciam intransponíveis”, resume a historiadora.

O caso do imposto é emblemático porque a tributação das terras é “um elemento clássico do Estado liberal, fundamento da fiscalidade inglesa e, mais tarde, americana”, explica. Por meio dos impostos fundiários, as terras se tornavam mercadorias como todas as demais. Por isso, a burguesia em expansão podia hipotecar propriedades para ter acesso ao crédito, fomentando o crescimento

No alto, escravizados no largo da Alfândega, em meados de 1860, em obra de Luis Schlappriz. Abaixo, *Negros de carro*, de Jean-Baptiste Debret (1835)

econômico. Esse é um ponto central na emergência do capitalismo europeu. “Mas no Brasil os dois grandes fundamentos da ordem social, a grande propriedade e a escravidão, não são objeto de tributação. E não é porque ninguém tenha tido essa ideia. Ao contrário, houve várias tentativas, projetos, cadastros de terras que não se realizaram, leis que chegaram a ser votadas, mas não entraram em vigor”, aponta a pesquisadora.

Costa acrescenta que “há um aspecto perverso na nossa formação social”. Em muitas ocasiões, os interesses da classe dominante encontraram eco no restante da população, que também “acabou trabalhando contra a construção de uma ordem pública”, afirma a historiadora, dando como exemplo o registro civil. Enquanto o tráfico de pessoas escravizadas ocorreu no Brasil de forma ilegal de 1831 a 1850, os proprietários de terras, que empregavam os cativos, buscaram evitar a todo custo o registro desses indivíduos, para não evidenciar sua origem. Mesmo a população liberta (os forros) tampouco desejava ser registrada oficialmente.

“Essas pessoas tinham medo de perder sua situação, construída nessa ordem não estatal, extrajurídica. Como a declaração da condição de escravizado era feita pelos senhores, o temor era de ser declarado como cativo e, com isso, voltar à escravidão”, explica Costa. Em 1851, o governo promulgou o Regulamento do Registro dos Nascimentos e Óbitos do Império e uma lei que previa a realização de um censo demográfico. A iniciativa levou a um conflito armado, conhecido como Levante dos Marimbondos, no ano seguinte, em Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Alagoas. “A população se referia ao registro como ‘lei da escravidão’, pensando que os senhores a usariam para compensar o fim do tráfico com a revogação das liberdades.” Segundo relatos da imprensa da época, em várias cidades do Nordeste multidões se reuniam para arrancar, das portas das igrejas, as notificações oficiais sobre o registro civil e o censo – comparadas ao enxame de marimbondos, o burburinho dos grupos de revoltosos acabou por denominar a revolta.

Sem poder taxar as posses fundiárias e com grande dificuldade para arrecadar impostos como a meia siza, os 5% que incidiam sobre a venda de escravizados, o Estado brasileiro obtinha a maior parte de suas receitas das tarifas alfandegárias. “Cerca de dois terços, nunca menos de 50%, da receita pública vinham dos tributos às importações. Essa solução era pesada, porque onerava o conjunto da sociedade: quem comprasse um chapéu ou um piano arcava com o custo do Estado”, resume Carrara, da UFJF. “Mas atendeu aos interesses dos proprietários, porque não incidia nenhum tributo sobre a sua renda.”

A opção teve um preço alto. “O Estado não conseguiu bancar suas despesas em vários momentos. Houve um grande e crescente endividamento público, que foi sendo acumulado até o momento em que o governo não conseguiu pagar mais”, explica o historiador. Gastos como a expansão da rede ferroviária e a infraestrutura portuária, que beneficiavam o complexo agroexportador, eram financiados por esse endividamento. Com as dívidas, vieram a emissão de moedas de cobre pouco valiosas e a inflação.

Segundo Carrara, do ponto de vista fiscal já havia uma estrutura federativa no Brasil desde o período colonial, uma vez que cada província era responsável pela gestão de sua arrecadação e de seus gastos. As prerrogativas dos três níveis de governo – o geral (hoje, federal), o provincial (hoje, estadual) e o municipal – foram definidas em 1839 com a Lei nº 16, conhecida como Ato Adicional, e a proporção em que cada um arrecadava se manteve razoavelmente constante ao longo da história: o governo geral com cerca de dois terços dos recursos, as províncias com um quarto, os municípios com aproximadamente 6%. “Nos dados mais recentes que analisei, de 2020, essa distribuição segue praticamente a mesma”, observa Carrara.

No Império, as províncias tinham o direito de criar tributos, contanto que não se sobrepujassem a impostos da administração central. O problema é que restavam poucas opções: não era possível tributar as terras, nem os escravizados, nem a entrada de bens. O consumo era parco, o imposto de renda ainda não havia sido criado e raras eram as províncias que poderiam se dar ao luxo de taxar exportações: somente aquelas que dominassem uma mercadoria quase monopolista no mercado global, como foi o café e, por um breve período, a borracha amazônica.

A transição de regime não trouxe mudanças significativas nesse campo. “A República atribuiu maiores poderes aos estados, mas isso não adianta muito se eles não têm condições de exercer esses poderes”, resume Costa, da Unifesp. “Para muitas unidades da federação, o federalismo foi um engodo. A descentralização era como uma palavra mágica, mas o que ocorreu, na prática, foi que os estados pobres continuaram pobres e os ricos ficaram muito mais ricos.” ■

Artigo científico

PEREIRA, T. Z. Taxation and the stagnation of cotton exports in Brazil, 1800-60. *Economic History Review*. v. 74, n. 2, p. 522-45. 2021.

Livros

CARRARA, A. A. *As finanças do Estado brasileiro. 1808-1898*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2022.

COSTA, W. P. *Cidadãos & contribuintes*. Estudos de história fiscal. São Paulo: Alameda, 2000.



PARA ALÉM DE TEOREMAS E EQUAÇÕES

Como embates teóricos e conflitos políticos influenciaram o ensino da matemática

Bruno de Pierro | ILUSTRAÇÕES Ana Matsusaki

A partir do final do século XIX, quando passaram a ser incluídos no currículo de escolas primárias, inicialmente no Rio de Janeiro, os trabalhos manuais serviram como porta de entrada para noções básicas de geometria. Com a construção de objetos em papelão e madeira, meninos de 7 a 12 anos aprendiam sobre linhas perpendiculares, paralelas, ângulos e figuras planas. Em classes separadas para meninas, as atividades dispensavam saberes matemáticos complexos e ganhavam outro nome: trabalhos de agulha. Mais do que técnicas de costura e bordado, as alunas recebiam formação para se tornarem “mães e esposas”. A desigualdade de gênero nos primórdios do ensino formal de matemática é um dos aspectos abordados no recém-lançado *Histórias do ensino de geometria nos anos iniciais e seus parceiros: Desenho, trabalhos manuais e medidas* (Editora Livraria da Física), da professora de matemática Maria Célia Leme da Silva, do Departamento de Física da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), campus de Diadema.



O livro sintetiza os principais resultados de estudos recentes sobre a história do ensino de geometria no primário, realizados por pesquisadores brasileiros. Os trabalhos mostram como a história da educação matemática, um campo de pesquisa relativamente novo, pode ajudar a entender o papel desempenhado por embates teóricos e reformas políticas e sociais na maneira de ensinar a disciplina nas escolas. “Livros didáticos, programas de ensino, leis e revistas pedagógicas são fontes históricas importantes que apenas nas últimas duas décadas passaram a receber atenção”, observa Silva.

A visão de que a geometria deveria ser diversa para meninos e meninas estava presente em manuais pedagógicos de diversos países europeus, como França e Suécia, na virada do século XIX para o XX. “Boa parte dessa produção circulou no Brasil naquele período”, diz Silva. No país, a difusão dos primeiros materiais didáticos e cartilhas se deu pelas mãos de intelectuais que, em viagens ao exterior, tinham contato com movimentos como o da chamada Pedagogia Moderna. Essa corrente de pensamento surgiu na Europa, sendo um dos pioneiros o educador suíço Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827), e propunha um método intuitivo de ensino baseado na percepção sensorial das crianças.

O educador carioca Ezequiel Benigno de Vasconcellos Junior foi um dos responsáveis pela disseminação dessa proposta no Brasil. No livro *Trabalho manual: Cartonagem escolar*, de 1897, ele recomenda que professores estruturem aulas e exercícios usando figuras geométricas para estimular a inteligência e habilidades de raciocínio nos meninos – a distinção de gênero é feita pelo educador.

As ideias apresentadas por Vasconcellos disputavam espaço com visões mais tradicionais, como a do professor carioca Olavo Freire da Silva (1869-1941). Em *Primeiras noções de geometria prática*, livro de 1894, Freire defendeu um método de ensino da geometria mais rígido, menos experimental e mais abstrato, ancorado sobretudo no uso de régua e compasso. Também propunha que os alunos respondessem longos

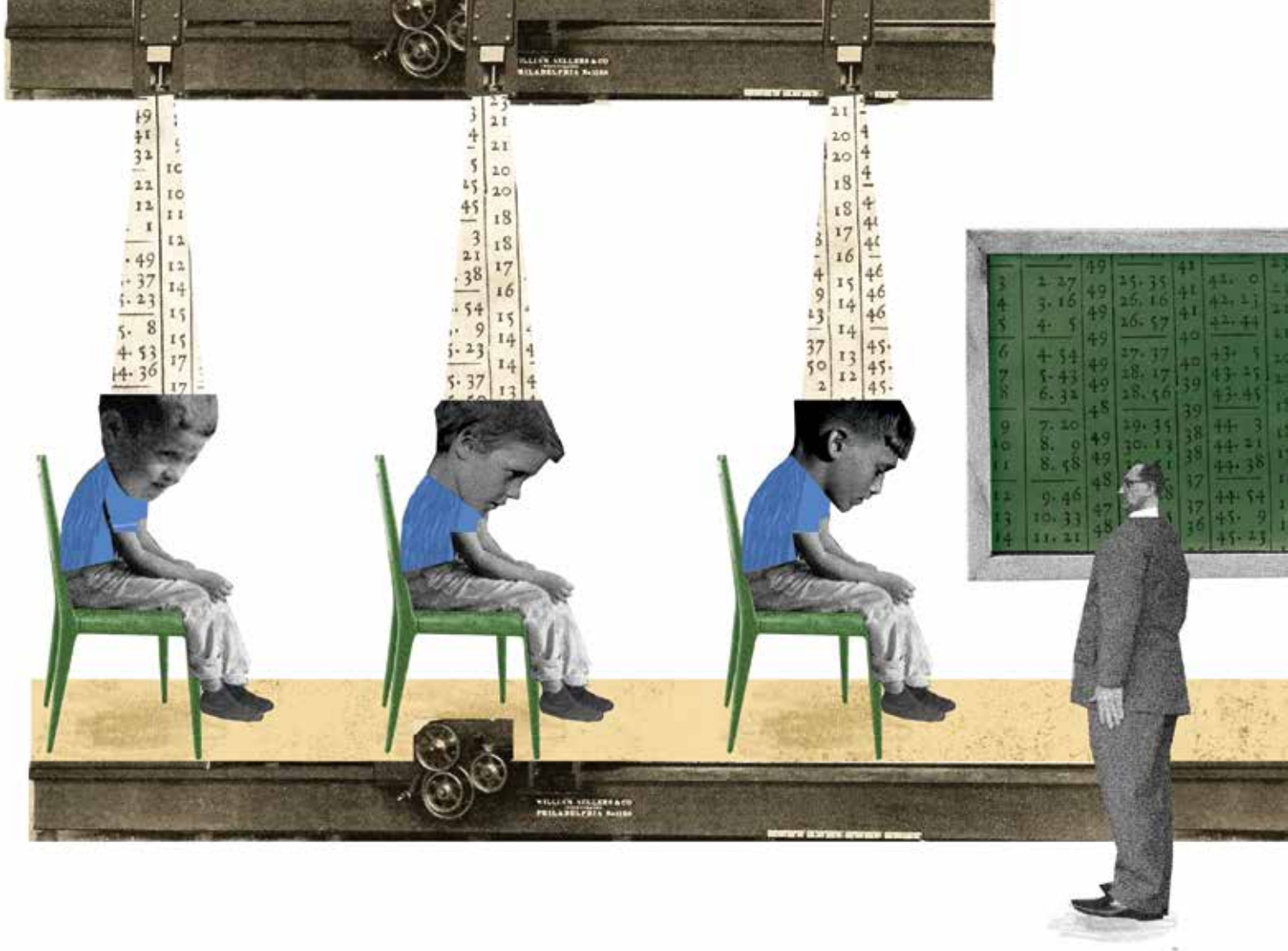
questionários. “No final das contas, essas lições testavam a capacidade das crianças de memorizar e reproduzir conceitos”, observa a pesquisadora.

Esse modelo foi o mais reproduzido no momento de criação do sistema educacional no país, sendo adotado em vários estados até meados do século XX, informa Silva. “Contribuiu para isso o fato de que a obra de Freire tinha sido lançada pela Livraria Francisco Alves, considerada à época uma das principais casas editoriais do Brasil, com forte poder de influência na distribuição e circulação de livros didáticos.”

De certa forma, a educação matemática advogada por Freire dialogava com a tradição do ensino militar, sublinha o professor de matemática Wagner Rodrigues Valente, pesquisador do Departamento de Educação da Unifesp e presidente do Grupo Associado de Estudos e Pesquisas em História da Educação Matemática (Ghemat), que reúne estudiosos do tema em quase todos os estados do país.

“Desde o Brasil Colônia, a matemática era ensinada com base na memorização e na repetição exaustiva de exercícios”, diz Valente, coordenador, com apoio da FAPESP, de um projeto dedicado a investigar processos históricos que afetaram a formação de professores de matemática entre 1890 e 1990. “Ao contrário do que se pode imaginar, os primeiros professores de matemática do Brasil foram militares, não jesuítas.” De acordo com o pesquisador, embora tivessem formação científica privilegiada (ver Pesquisa FAPESP nº 226), os padres jesuítas eram mais interessados nos aspectos filosóficos da disciplina.

“Aqui no país, cabia às escolas militares ensinar matemática com fins práticos, que envolviam o uso de armas de guerra e a construção de fortificações”, conta Valente, autor do livro *Uma história da matemática escolar no Brasil: 1730-1930* (Editora Livraria da Física, 2020). Segundo ele, o primeiro modelo de ensino de matemática brasileiro foi criado em 1738, sob a denominação



de Aulas de Artilharia e Fortificação do Rio de Janeiro, então capital do país. O curso permaneceu restrito a futuros oficiais militares até a Independência do Brasil em 1822.

“Após essa data, o saber matemático passou a fazer parte da formação geral das elites instruídas, basicamente funcionários de governo e profissionais liberais”, diz Valente. O mesmo ocorreu em países como França e Alemanha, nos quais diferentes ramos da matemática, entre eles a geometria, passaram a integrar o currículo de escolas primárias e secundárias na mesma época.

A partir da década de 1930, identifica-se um primeiro movimento que buscou modernizar o ensino da matemática, liderado pelo engenheiro sergipano Euclides Roxo (1890-1950), professor de matemática e diretor do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. Até então, não havia propriamente a disciplina de matemática nas escolas, mas, sim, cursos separados de álgebra, aritmética e geometria.

Roxo foi um dos responsáveis pela fusão dessas áreas na nova disciplina escolar, a matemática. “A mudança ocorreu sob influência de Roxo, mas só se institucionalizou mediante a Reforma Francisco Campos, no primeiro governo de

Getúlio Vargas [1882-1945]”, diz o matemático Antonio Vicente Marafioti Garnica, professor de pós-graduação em educação matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Rio Claro.

Roxo também travou discussões com alguns de seus pares ao defender a diferenciação entre a matemática, como campo disciplinar, e o ensino de matemática. “Para ele, a formação de professores deveria mobilizar competências próprias do campo educacional, para além do conhecimento matemático”, salienta Garnica. Essa distinção, que ajudou a pavimentar o ensino da matemática como área de pesquisa no Brasil, é considerada o marco inicial para a historiografia da educação matemática, avalia Valente.

“Uma pergunta foi se estabelecendo: quem é que tem autoridade para dizer o que deve ser ensinado nas escolas? Os matemáticos ou quem lida com o ensino de matemática?”, observa Valente. Tensões entre matemáticos e educadores matemáticos tornaram-se mais frequentes conforme correntes pedagógicas ganhavam força nos Estados Unidos e na Europa, estimulando novas iniciativas de ensino em praticamente todas as disciplinas escolares.

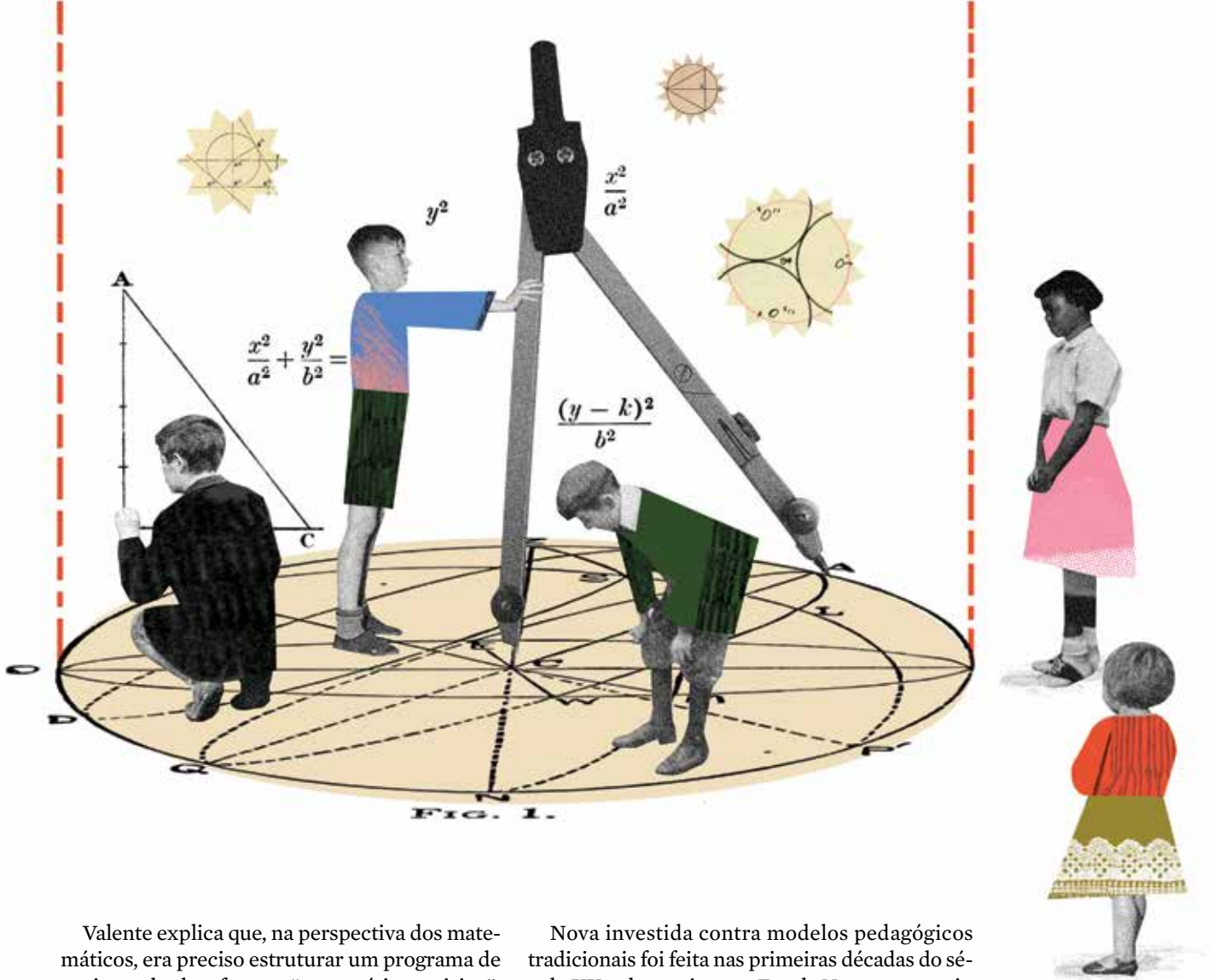


FIG. 1.

Valente explica que, na perspectiva dos matemáticos, era preciso estruturar um programa de ensino voltado a formar “matemáticos mirins”. “Nessa lógica, os alunos tinham de ser expostos a conteúdos deliberadamente escolhidos como se todos fossem, um dia, se tornar matemáticos.” Essa estratégia revelou a preocupação de matemáticos em garantir a sobrevivência do campo científico em si – um pensamento com o qual muitos educadores não concordavam.

Em grande medida, esse debate segue controverso, observa Maria Laura Magalhães Gomes, estudiosa da história da educação matemática e professora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). “Lamentavelmente, ainda presenciemos situações em que o ensino da matemática mudou pouco com o tempo.” A ideia de que apenas alguns alunos têm um “dom” para apreender seus conhecimentos tornou-se senso comum, avalia Gomes.

Essa dinâmica, diz a pesquisadora, é alimentada por abordagens didáticas que seguem valorizando a memorização e a técnica, em vez de explorar o significado dos conceitos matemáticos. “É preciso considerar que a educação matemática deve se voltar para todos, e não para a minoria que, de fato, se dedicará profissionalmente à matemática no futuro.”

Nova investida contra modelos pedagógicos tradicionais foi feita nas primeiras décadas do século XX pelo movimento Escola Nova, que surgiu na Europa e logo ganhou terreno no Brasil, com a publicação do *Manifesto dos pioneiros da educação nova* em 1932. Entre os signatários estavam os educadores Fernando de Azevedo (1894-1974) e Anísio Teixeira (1900-1971). Essa corrente abriu espaço para a difusão de metodologias de ensino baseadas no protagonismo da criança. Isso foi visto com bons olhos por Roxo e outros educadores matemáticos.

“Os desenhos manuais passaram, naquele momento, a ganhar relevância para a disciplina”, comenta Silva. “Métodos experimentais, baseados em jogos e na solução de problemas concretos, integraram programas escolares em muitos estados, entre eles São Paulo.”

Com o fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), uma nova onda de mudanças abalou a educação matemática. Em países europeus e nos Estados Unidos, difundiu-se a ideia de que era urgente uma reforma no ensino da disciplina, criando as bases do movimento da Matemática Moderna, conforme explicam os matemáticos Antônio Maurício Medeiros Alves e Denise Nascimento Silveira, ambos da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), em artigo publicado em 2017 na revista *Tópicos Educacionais*.



Representantes do movimento, entre eles o psicólogo suíço Jean Piaget (1896-1980), defendiam a reformulação do conteúdo ensinado nas escolas. Sugeriam, por exemplo, a introdução da teoria dos conjuntos, do matemático russo Georg Cantor (1845-1918). Queriam, com isso, apresentar aos estudantes noções de aritmética por meio de conjuntos, que são agrupamentos de elementos com as mesmas características, explicam Alves e Silveira. As ideias de Cantor não são de fácil entendimento, mas os “matemáticos modernos” deram um jeito de ajustá-las à grade escolar – sem privá-la, contudo, de elevado nível de abstração e complexidade.

“O movimento também tinha motivações geopolíticas”, afirma Valente. Em 1957, abalados com o sucesso do lançamento do satélite Sputnik 1, da antiga União Soviética, os Estados Unidos aumentaram os investimentos em pesquisa tecnológica. Nesse movimento, perceberam que, para resolver o problema da desvantagem tecnológica em relação aos soviéticos, era preciso repensar o ensino de ciências e matemática.

No Brasil, os primeiros livros didáticos influenciados pela Matemática Moderna foram publicados pelo educador e matemático paulista Osvaldo Sangiorgi (1921-2017). Essa corrente perdeu força nas décadas seguintes, apontada como rígida e excessivamente teórica, de acordo com críticas do matemático nova-iorquino Morris Kline (1908-1992), autor do livro *O fracasso da Matemática Moderna*, de 1976. “O grau de abstração proposto pela Matemática Moderna de fato não estava ao alcance dos alunos do ensino primário”, comenta Valente, lembrando que aqui o modelo foi revisto a partir de 1974.

Estudos em história da educação matemática começaram a despontar no Brasil no final dos anos 1990. Uma razão foi a inclusão da história da matemática como ingrediente importante no ensino a partir da publicação, em 1997, dos

Parâmetros Curriculares Nacionais, que passaram a orientar o sistema público de educação. “A história da matemática possibilitou agregar ao ensino da matemática o conhecimento histórico”, diz Valente. “Isso abriu caminho para que a história da educação matemática se firmasse como área científica.”

Nos últimos anos, os pesquisadores desse campo – em sua maioria licenciados e bacharéis em matemática com interesse em história – passaram a investigar e mapear acervos contendo livros didáticos, projetos de leis de educação, entre outros documentos. Alguns também recorrem à metodologia da história oral para reconstruir acontecimentos ou analisar aspectos pouco contemplados pela historiografia tradicional, diz Garnica, que coordena o Grupo de Pesquisa em História Oral e Educação Matemática (Ghoem) da Unesp. “Por mais que haja uma base curricular no país, cada colégio e cada professor adota estratégias de ensino diferentes”, explica. “Quando olhamos para o contexto regional, coletando depoimentos de professores e gestores, vemos que abordagens pedagógicas passam por adaptações e recombinações para atender necessidades locais.” ■

Projetos

1. Transformações de saberes geométricos no curso primário brasileiro (nº 17/09388-2); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisadora responsável Maria Célia Leme da Silva (Unifesp); Investimento R\$ 28.716,36.

2. A matemática na formação de professores e no ensino: Processos e dinâmicas de produção de um saber profissional, 1890-1990 (nº 17/15751-2); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Wagner Rodrigues Valente (Unifesp); Investimento R\$ 855.308,32.

Artigos científicos

VALENTE, W. R. História da educação matemática. *Cadernos CEDES*, 41 (115), set-dez, 2021.

ALVES, A. M. M. e SILVEIRA, D. N. Uma leitura sobre as origens do movimento da matemática moderna (MMM) no Brasil. *Revista Tópicos Educacionais*, v. 23, jan-jun, 2017.

Livros

LEME DA SILVA, M. C. *Histórias do ensino de geometria nos anos iniciais e seus parceiros*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2021.

VALENTE, W. *Uma história da matemática escolar no Brasil: 1730-1930*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2020.

CONTEÚDO E FORMA

Pesquisa se
debruça sobre
literatura
infantil russa
das décadas de
1920 e 1930

Ana Paula Orlandi

“**N**o Brasil sob as palmeiras/ Do calor vem a canseira,/ Sai andando dom Basílio,/ O carteiro brasileiro./ Na mão leva uma carta,/ Amarrada e extravagante./ No selo vai uma marca/ Da posta de lugar distante./ Sob o nome se vê um lembrete/ Dizendo que o destinatário/ No Brasil já não está presente/ Partiu de volta a Leningrado.” Assim escreveu o poeta, editor e tradutor russo Samuil (ou Samuel, em português) Marchak (1867-1964) no poema *O correio*, de 1927, em que carteiros do mundo todo saem em busca do escritor viajante Bóris Jitkov (1882-1938) para lhe entregar uma encomenda. Apresentar a literatura russa para crianças no Brasil é um dos objetivos da pesquisa de pós-doutorado que a editora Daniela Mountian desenvolve desde 2019 no Departamento de Teoria Literária e Literatura Comparada da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), com apoio da FAPESP.

De acordo com a tradutora Denise Regina de Sales, professora de língua e literatura russa do Instituto de Letras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pouco dessa produção foi lançado aqui. E o que chegou, diz, em muito se deve ao esforço da escritora, dramaturga e tradutora Tatiana Belinky (1919-2013), russa radicada no Brasil. “Tatiana é o grande expoente da divulgação da literatura infantil russa

em nosso país. Ela apresentou vários autores às crianças brasileiras, como Marchak e Ivan Krylov [1769-1844], considerado o maior fabulista da Rússia”, afirma Sales. “Mas o trabalho que vem sendo realizado por Daniela Mountian já está abrindo outras frentes de pesquisa sobre essa temática, que segue pouco estudada.”

O estudo é composto por duas partes. Na primeira, a pesquisadora mergulhou na produção infantil russa, sobretudo das décadas de 1920 e 1930, com direito a temporada de um ano de investigação no Instituto de Literatura Russa, em São Petersburgo. Na segunda etapa da pesquisa, ainda em curso, ela dedica-se a cotejar livros para crianças produzidos na Rússia e Brasil entre 1919 e 1943. Moutian não enfrentou obstáculos em relação ao idioma. “Meus pais emigraram da Moldávia [país que compunha a extinta União Soviética] para o Brasil na década de 1970. Ouço russo em casa desde criança, mas só me alfabetizei na idade adulta.”

A pesquisa de pós-doutorado é um desdobramento de seu doutorado na USP sobre a obra do poeta, escritor e dramaturgo russo Daniil Kharms (1905-1942). “Kharms pertencia à vanguarda russa e escrevia para o público adulto, mas essa produção foi censurada durante o regime comunista e teve circulação restrita”, informa Moutian. “Para sobreviver, Kharms também escreveu histórias infantis nas décadas de 1920 e 1930. Outros autores, que integravam o círculo de relações do escritor,



Ilustração para o livro *Brincadeiras com bola* (1931), de Lídia Popova

e cujas trajetórias literárias também não estavam ligadas originalmente ao público infantil, fizeram o mesmo. Esse fato despertou minha atenção.”

Ao começar a investigação, Mounitian deparou com uma profícua cena editorial voltada para publicações infantis, tanto de livros quanto de revistas, da qual participaram poetas, escritores e artistas visuais, muitos deles oriundos da vanguarda russa. “A relação próxima entre vanguarda e literatura infantil como se deu na Rússia é um fenômeno sem precedentes. Trata-se de um momento extremamente fértil, com intenso diálogo entre o conteúdo e a forma”, observa. “Na época, havia um grande interesse dos artistas russos pela experimentação e isso se refletiu nos livros

infantis do período”, concorda Elena Vássina, professora de língua e literatura russa da USP.

Essa cena editorial, entretanto, não brotou de forma espontânea. De acordo com Mounitian, após a revolução russa de 1917, que derrubou a monarquia e deu origem à União Soviética (1922), o novo regime comandou uma grande campanha para acabar com o analfabetismo no país. Também decidiu que era necessário produzir uma nova literatura infantil, sem o “ranço” do passado. Assim, os livros não falariam, por exemplo, de reis e princesas, mas de trabalhadores como carteiro, bombeiro e motorista. Com essa meta, o governo instalou uma seção infantojuvenil na Gosizdat, editora estatal criada em 1924, e, durante a Nova Política Econômica (1921-1928), permitiu a abertura de editoras privadas, como a Ráduga, que lançou cerca de 600 títulos para crianças entre 1922 e 1930. “Alguns autores passaram a produzir livros para crianças por motivos ideológicos, comprometidos com a ideia da ‘construção de um novo homem’, a exemplo do poeta Vladimir Maiakóvski [1893-1930]”, relata Mounitian. Maiakóvski por vezes escolhia seus próprios ilustradores. Para seu livro *Cavalo-fogo* (1928), por exemplo, convidou a artista gráfica Lídia Popova (1903-1951), que havia estudado nos Ateliês Superiores de Arte e Técnica (Vkhuteamas), em Moscou, e ilustrou vários livros infantis, inclusive alguns autorais, como *Brincadeiras com bola* (1931). A aparente incongruência não

Capa e página do livro *Cavalo-fogo* (1928), escrito por Vladimir Maiakóvski e ilustrado por Lídia Popova





era rara naquele contexto. “Na década de 1920 e início dos anos 1930, havia certa liberdade de criação e isso acabou por beneficiar a produção voltada ao público infantil, que, contudo, nunca esteve livre de paradoxos. Como a literatura infantil era considerada ponto nevrálgico na construção do novo país e necessitava de novos escritores, poetas e ilustradores, um autor vanguardista impedido de publicar para o público adulto muitas vezes conseguia ilustrar ou escrever para crianças”, diz Mountian.

Ivan Iványtch, o samovar (1929), escrito por Daniil Kharms e ilustrado por Vera Ermoláieva

O acirramento da censura e a intolerância a novas linguagens artísticas aconteceram com o crescimento do poder de Josef Stálin (1878-1953), que passou a dirigir o país em 1929. Em 1934, durante o I Congresso da União dos Escritores Soviéticos estabeleceu-se que a literatura russa, inclusive a infantil, observaria as regras do realismo socialista – estilo sistematizado pelo teórico stalinista Andrei Jdanov (1896-1948), que preconizava que as obras de arte deveriam retratar a realidade e exaltar as virtudes do regime. “Mesmo favoráveis ao regime, os livros dos anos 1920 e início da década de 1930 feitos para divertir e estimular a imaginação foram tachados de ‘antissoviéticos’, ‘reacionários’ e ‘burgueses’, e seus autores foram perseguidos”, conta.

Foi o caso da pintora e artista gráfica Vera Ermoláieva (1893-1937) que, entre outros trabalhos, ilustrou o livro *Ivan Iványtch, o samovar*, escrito por Kharms e publicado em 1929. Acusada de propagar ideias antissoviéticas, Ermoláieva foi fuzilada aos 44 anos. Kharms teve destino parecido: preso pelo mesmo motivo, morreu de fome em uma instituição psiquiátrica aos 36 anos. “Marchak também foi perseguido, mas, provavelmente por ser uma figura influente na União Soviética, escapou da prisão.”

Considerado um dos pais da poesia infantil moderna russa, Marchak foi editor-chefe da se-

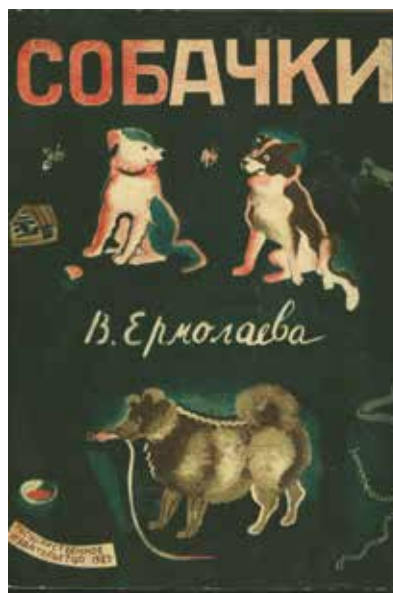
ção de livros infantis da Gosizdat e idealizou a *Ioj*, revista mensal voltada para crianças que circulou entre 1928 e 1935, com tiragem acima dos 120 mil exemplares. “Na década de 1920, ele levou poetas e escritores para o mundo da literatura infantil, a exemplo de Kharms, que começou a escrever para crianças na *Ioj*. Além disso, convidou Vladimir Lébedev (1891-1967), artista conhecido pela produção de cartazes, para ser editor de arte da Gosizdat. Lébedev, por sua vez, atraiu outros artistas visuais para os livros infantis da editora”, prossegue Mountian. “O faro editorial de Marchak pode ser comparado ao de Monteiro Lobato [1882-1948], que mudou a forma de comercializar e produzir livros infantis no Brasil.”

Como desdobramento da primeira etapa de sua pesquisa, Mountian organizou o livro *Contos russos juvenis* (Kalinka, 2021). “Percebi que para entender a produção soviética dos anos 1920 e 1930 precisaria dar alguns passos para trás e conhecer a literatura russa clássica para crianças iniciada formalmente no século XVIII por ninguém menos do que a imperatriz Catarina II [1729-1796], que escreveu dois contos para os netos”, relata Mountian. Para Elena Vássina, da USP, o lançamento é bem-vindo. “Talvez pelo fato de a história da Rússia ser permeada por guerras, muitas dessas narrativas infantojuvenis buscam passar a mensagem de que precisamos ser corajosos e ter a esperança em dias melhores. Trazem, sem dúvida, um grande ensinamento para os tempos atuais”, conclui. ■

Dois trabalhos de Vera Ermoláieva, produzidos em 1929: *Cachorrinhos* e a capa da revista mensal *Ioj* (à dir.)

Projeto

Literatura infantil russa e brasileira: Uma análise comparada (1919-1943) (nº 17/24139-9); Modalidade Bolsa de Pós-doutorado; Pesquisadora responsável Aurora Fornoni Bernardini (USP); Bolsista Daniela Mountian; Investimento R\$ 602.758,44.





Salati em 2016, em depoimento para vídeo sobre o cinquentenário do Cena-USP, do qual foi diretor

OBITUÁRIO

O PAI DOS RIOS VOADORES

Agrônomo e climatologista, Enéas Salati mostrou a capacidade da floresta de reciclar e exportar chuva

Danilo Albergaria

Personagem inovador e agregador nos estudos sobre hidrologia e climatologia, Enéas Salati era capaz de atrair e formar profissionais competentes e foi fundamental para a consolidação da área no país. O pesquisador, que sofria do mal de Alzheimer, morreu em 5 de fevereiro aos 88 anos, em Piracicaba, no interior de São Paulo. Deixa viúva e quatro filhos, além de netos, bisnetos e tataranetos.

Engenheiro-agrônomo graduado pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), em Piracicaba, Salati foi pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), vinculado à mesma instituição. Análises de isótopos, como oxigênio-18 e deutério, permitiram-lhe traçar a origem de boa parte da precipitação chuvosa da Amazônia.

No final da década de 1970, Salati foi o primeiro a quantificar a reciclagem de precipitação, um mecanismo de retroalimentação da umidade na floresta amazônica: parte das chuvas que alimentam a floresta vem do subsolo da floresta, captada pelas raízes das árvores. O climatologista José Marengo, coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), explica: “Por meio de processos de evaporação e transpiração das plantas, a floresta solta umidade na atmosfera, que acaba por cair em forma de chuva; estudos sugerem que entre 25% e 75% da chuva que cai na floresta é gerada por ela própria”.

No começo dos anos 2000, Marengo trabalhou com Salati em pesquisas sobre os “rios voadores”, expressão metafórica para o vasto volume de umidade atmos-

férica que sai da floresta, encontra a cordilheira dos Andes e migra em direção ao centro-sul do continente sul-americano. “Usando isótopos como traçadores, uma ideia ao mesmo tempo simples e complexa de Salati, podemos estudar a quantidade de chuva em determinada região que foi originada na Amazônia”, afirma.

Reynaldo Victoria, orientado por Salati no mestrado e que também foi professor e pesquisador do Cena-USP, afirma que o método de rastreamento de isótopos proposto por Salati mostra que a umidade amazônica, transportada pelos rios voadores, é importante para a geração de precipitação chuvosa nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, e até na Argentina.

Victoria avalia que o trabalho do pesquisador foi fundamental para apontar caminhos para uma agropecuária que não exija desmatamento e funcione de forma sustentável em harmonia com a floresta. Conhecer a maneira pela qual a Amazônia influencia o clima em escala continental permite entender como a principal atividade econômica do país pode sofrer com alterações drásticas nos padrões de chuvas, uma das prováveis consequências do desmatamento.

O climatologista Carlos Nobre, pesquisador do Instituto de Estudos Avançados da USP, esclarece que as pesquisas de Salati mudaram o entendimento da relação entre vegetação e clima. “Ele foi pioneiro em mostrar a floresta como um fator climático importantíssimo para sua própria manutenção. Assim, a Amazônia não é mera resposta ao clima, mas modifica o clima e cria condições próprias para sua permanência”, explica. Mas o desmatamento ameaça essa permanência, alerta Nobre.

Marengo descreve Salati como um pesquisador que sabia não somente sobre clima da Amazônia, reciclagem de umidade e rios voadores, mas também podia trabalhar com extremos climáticos, potencial de energia eólica e créditos de carbono, com uma visão completa do ambiente. “Era ao mesmo tempo intenso no trabalho e uma pessoa tranquila e simples.” ■

O site traz uma versão maior desta reportagem.

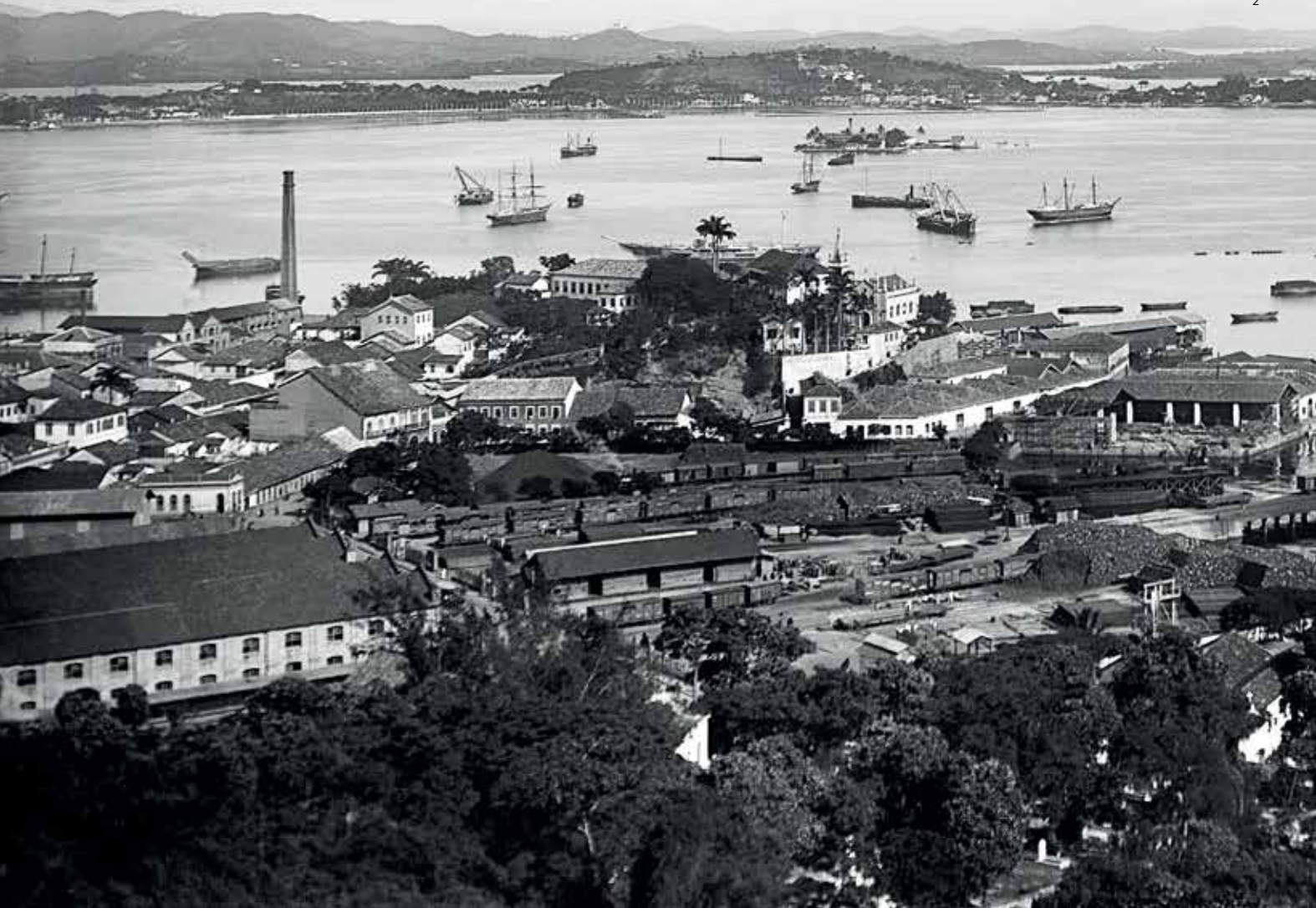
Um liberal à brasileira

José da Silva Lisboa, o visconde de Cairu, defendeu a Independência do Brasil e adaptou teorias europeias à economia brasileira do início do século XIX

Carlos Fioravanti



O orientador da política econômica imperial em pintura a óleo de 1908 feita por Francisco Vieira de Campos



Durante a tarde de 14 de maio de 2021, ao apresentar sua pesquisa de doutorado no King's College London, na capital do Reino Unido, o pesquisador brasileiro Guilherme Celestino expôs uma faceta pouco conhecida da carreira do jurista, administrador público, economista e senador baiano José da Silva Lisboa, o visconde de Cairu (1756-1835): a de jornalista. Em 1821, aos 64 anos, ele começou a escrever panfletos sobre a Independência do Brasil, assunto bastante debatido publicamente naquela época. “Silva Lisboa é um intelectual complexo, que não pode ser tratado de modo reducionista nem enquadrado em posições extremas”, sintetiza Celestino, também jornalista, cuja tese deve ser publicada como livro em inglês ainda neste ano.

Em 1821 e 1822, alto funcionário da Corte e orientador da política econômica de dom João VI (1767-1826) no Brasil, Silva Lisboa publicou 13 panfletos, qua-

se todos anônimos: entre eles, o *Conciliador do Reino Unido*, com sete números, no qual defendia a união entre Brasil e Portugal; o *Diálogo entre filósofo e pastor*, edição única, em que um homem relata a um camponês as melhorias da vida na Corte; *Notas ao despacho circular do Congresso de Laybach*, com três números, com críticas aos governos da Áustria, Prússia e Rússia, que queriam abafar os movimentos revolucionários; *Despertador brasiliense*, também de número único, com um tom mais forte contra a Corte e a favor da Independência; e o *Reclamações do Brasil*, com 15 números, defendendo a permanência de dom Pedro I no Brasil e criticando os liberais, que queriam a Independência.

Celestino, atualmente pesquisador visitante na Universidade de Lisboa, explica as aparentes contradições dizendo que o jurista baiano defendia a independência administrativa do Brasil de Portugal, aproveitando os órgãos criados

no Rio de Janeiro, que reproduziam os de Lisboa, e a soberania conferida ao país em 1815 ao ser elevado a Reino Unido de Portugal e de Algarves. Mas era contra a independência política, que, a seu ver, não seria vantajosa, já que o país ainda não estaria preparado para andar com as próprias pernas.

“Silva Lisboa, como seus contemporâneos, via os brasileiros e portugueses como parte do mesmo povo”, diz Celestino. Em um artigo publicado em maio de 2021 no *Bulletin of Latin American Research*, ele argumentou: “Embora Silva Lisboa sempre tenha se posicionado contra a ruptura até que ela se tornasse inevitável, criticou as decisões tomadas pelas cortes contra o Brasil a partir do final de 1821, utilizando argumentos ameaçadores contra a administração portuguesa, evitando sempre atacar a monarquia”. Celestino se refere às cortes constituintes de 1820, uma assembleia instituída depois da revolução li-

Vista do centro da cidade do Rio de Janeiro em 1889, fotografia de Marc Ferrez





Capa de *Princípios de economia política*, primeiro livro em língua portuguesa a tratar dessa área

beral do Porto para preparar uma nova Constituição para Portugal, que limitou os poderes da monarquia e revogou uma série de decisões favoráveis ao Brasil estabelecidas nos 13 anos que dom João VI viveu no país.

Silva Lisboa começara a conquistar visibilidade no início do século XIX em Salvador, onde nascera. Formado em direito na Universidade de Coimbra, voltou ao Brasil em 1779 e foi professor de filosofia e grego durante 20 anos. Depois, tornou-se funcionário de um órgão encarregado de fiscalizar a agricultura e o comércio da capital da Bahia. Com base em suas leituras – inicialmente do economista escocês Adam Smith (1723-1790) e depois de três filósofos, o escocês David Hume (1711-1776), o inglês Jeremy Bentham (1748-1832) e o irlandês Edmund Burke (1729-1797) –, entusiasmou-se pelo liberalismo econômico, “ao qual aderiu tão irrestritamente que se tornou o seu mais conhecido propagandista brasileiro do século XIX”, comenta o historiador da Universidade de São Paulo (USP) Antonio Penalves Rocha, na introdução do livro *Visconde de Cairu* (Editora 34, 2001). Silva Lisboa apregoou o livre comércio em dois livros, ambos impressos em Lisboa: *Princípios de economia mercantil* (1801) e *Princípios de economia política* (1804), o primeiro livro em língua portuguesa a tratar de economia política clássica, que, por definição, trata da formação, distribuição e consumo das riquezas.

Sua ideia de que a instauração do livre comércio era vital para o império português casou com os planos de dom João VI, que vivia sob a tutela britânica, da qual dependia para assegurar a continuidade da dinastia bragançina em Portugal, ocupado pelos franceses. A convite do monarca, que o conheceu em 1808 em Salvador, na primeira parada da esquadra que conduzia a Corte para o Brasil, mudou-se para o Rio de Janeiro e assumiu o cargo de membro da Real Junta do Comércio, Agricultura, Fábricas e Navegação. “No Rio, ele deixou de ser teórico, virou gestor e sentiu as dores da Colônia nascendo como estado nacional”, comenta o historiador José Jobson de Andrade Arruda, da Universidade de São Paulo (USP), que escreveu sobre Cairu no livro *Historiografia: Teoria e prática* (Alameda, 2014).

Em 1808, a Imprensa Régia – da qual ele era censor, aprovando ou vetando a publicação de obras a ela encaminhadas – publicou seu livro *Observações sobre o comércio franco no Brasil*, no qual legitimava o decreto de abertura dos portos para o comércio com as nações amigas, o que na prática significava apenas a Inglaterra, já que as outras estavam sob o domínio do imperador francês Napoleão Bonaparte (1769-1821). “Silva Lisboa se colocou como intermediário entre o governo e os comerciantes portugueses no Brasil, que não enxergavam com bons olhos o livre comércio, por significar a perda de monopólios e privilégios característicos do sistema colonial”, comenta o historiador Carlos de Faria Junior, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), *campus* de Governador Valadares. “Ele defendia o livre comércio como prática econômica necessária e fundamental para o benefício de todos, num discurso que enaltece a Inglaterra e utiliza as teorias de Adam Smith e ideias comuns na época, como a de progresso e de mundo civilizado.”

Por defender o livre comércio, Silva Lisboa foi acusado de defender os inte-

resses dos comerciantes ingleses em vez de lutar pelos negociantes luso-brasileiros. “O vínculo com o poder custou caro a José da Silva Lisboa”, conclui Rocha em seu livro. Ele foi atacado por adversários que defendiam a autonomia e a industrialização do país, como José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838), Cipriano Barata (1762-1838) e João Severiano Maciel da Costa (1769-1833). Durante os conflitos populares de 1831, que antecederam a abdicação de dom Pedro I, sua casa foi apedrejada e sua vida ameaçada.

Como Smith, Silva Lisboa era contrário aos monopólios, mas por razões diferentes. “Smith via os monopólios como obstáculos à expansão da indústria britânica e Cairu como prejudiciais ao desenvolvimento econômico da colônia

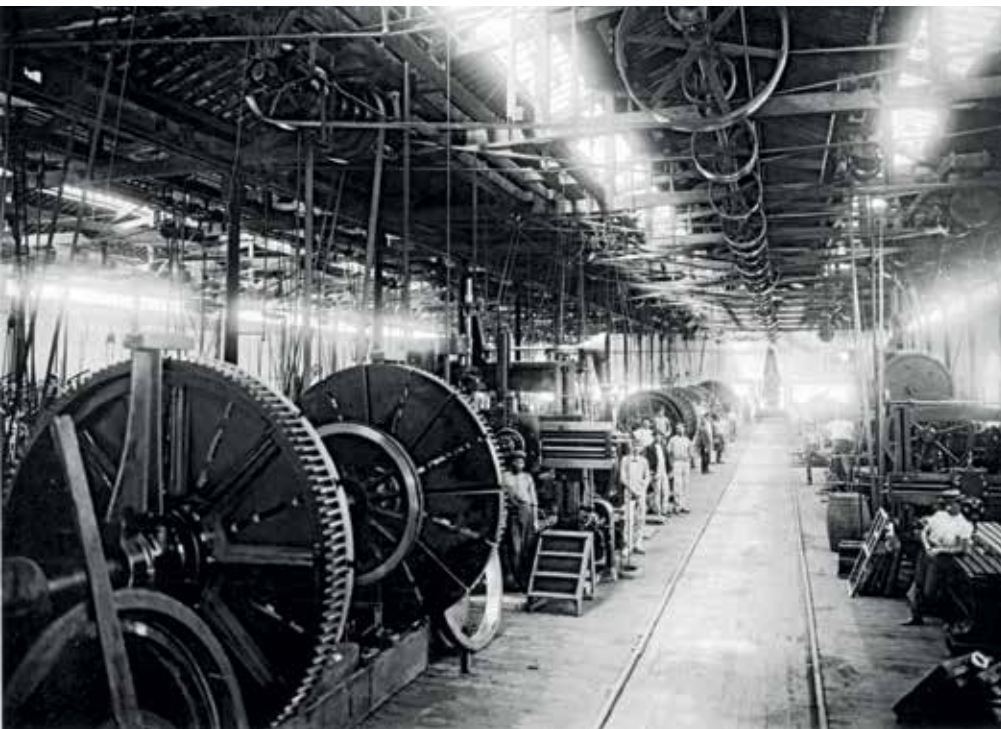
brasileira”, comenta Arruda. Era uma flagrante contradição: “Em termos teóricos, ele defendia a liberdade de comércio, mas na prática relativizava o preceito geral e tomava atitudes que a protegiam”, diz o historiador. Com o tempo, porém, após conhecer a realidade socioeconômica brasileira, Cairu desenvolveu um pensamento econômico próprio, procurando conciliar os compromissos assumidos com a Inglaterra com as necessidades da Colônia prestes a se transformar em Reino Unido.

Como Smith para o Reino Unido, o advogado e economista norte-americano Alexander Hamilton (1755-1804) defendia uma política de industrialização dos Estados Unidos, que havia conquistado a independência do Reino Unido em 1776. Arruda argumenta que, diferentemente do pensamento econômico de Cairu, “o programa industrialista de Hamilton estava à frente de seu tempo, sem as bases sociais e políticas necessárias para sua implementação, e só foi acolhido a partir de 1861, já no contexto da Guerra de Secessão [1861-1865], que decidiu o destino industrialista dos Estados Unidos, meio século depois”.

Uma diferença com os liberais clássicos: Cairu defendia um Estado forte, indutor do progresso econômico



Fazenda de café em São Paulo e fábrica, ambas em 1880: Cairu valorizava a agricultura e a produção industrial apenas de produtos de baixo custo



Em *Observações sobre a franqueza da indústria e estabelecimento de fábricas no Brasil*, de 1810, Cairu reconhecia que a riqueza do país estava na agricultura e se opunha às indústrias fictícias, como ele dizia, que não tivessem capital próprio e precisassem do apoio do Estado. Ele argumentava que somente “mercadorias muito volumosas e que não são de preço assaz considerável para suportar as despesas de frete podem ser feitas no país e vendidas a melhor mercado”. Durante sua gestão, a Real Junta do Comércio aprovou a produção de artigos de consumo amplo, como ferramentas

agrícolas e tecidos rústicos e de baixo custo. “Ele não era contrário à industrialização”, ressalta Arruda.

Cairu era também um abolicionista moderado, mais uma de suas contradições. “Ele se exime de tocar nesse assunto. Pode até ser contra, mas não quer se opor à ordem estabelecida no Brasil, que é uma economia escravista. A modernidade liberal abominava a escravidão, mas ele era magistrado em um país que abraçava essa prática”, diz Faria Junior. Celestino acrescenta: “Cairu tinha medo de uma revolução dos escravizados no Brasil, como havia ocorrido no Haiti em 1791”.

Outra diferença com os economistas liberais clássicos é a defesa de um Estado forte, indutor do progresso econômico. Para Faria Junior, as numerosas contradições tornam frágeis os epítetos de “pai do liberalismo brasileiro” e de “pai da política econômica no Brasil” atribuídos a Silva Lisboa. No prefácio de uma edição de *Observações* publicada pelo Senado em 1999, Arruda e Fernando Antonio Novais, também da USP, consideram “perfeitamente merecidas” as qualificações de Cairu como “o primeiro economista brasileiro, no sentido de introdutor da economia política entre nós e, portanto, o pai fundador de nossa ciência econômica”.

“Ao começar a escrever minha tese de doutorado, notei que o que havia sido escrito sobre Cairu raramente era isento de juízo pessoal”, comenta Faria Junior, que pretende publicar em livro neste ano uma adaptação de sua pesquisa, defendida em 2008 e orientada por Arruda. “As descrições ora o exaltavam, ora o destruíam, desvalorizando o esforço em construir um pensamento econômico próprio e contribuir para o desenvolvimento do país.”

Silva Lisboa recebeu o título de barão de Cairu em 1825 e o de visconde no ano seguinte, quando se tornou senador, nomeado por dom Pedro I. Depois de sua abdicação em 1831, os liberais assumiram o poder e ele continuou no Senado, embora em uma posição secundária, até morrer, em 1835, aos 79 anos. ■

A África e os estudos acadêmicos

Maria Helena P. T. Machado



África, margens e oceanos – Perspectivas de história social

Lucilene Reginaldo e Roquinaldo Ferreira (orgs.)

Unicamp
560 páginas
R\$ 50,00

Tortuosos foram os caminhos que conduziram o Brasil a reconhecer a importância da história da África. Em nosso país, enquanto o tráfico atlântico abastecia os portos, fazendas e cidades com africanos de todas as partes, circulavam certos conhecimentos a respeito dos territórios e povos africanos. O interesse, porém, restringia-se a informações práticas que subsidiavam o infame comércio, com a reiteração de um vocabulário altamente racializado. Depois disso, persistiu por muito tempo um eloquente silêncio. Em torno da metade do século XX, embora iniciativas pontuais, como a fundação de centros de pesquisa africanistas, tenham surgido entre nós, a situação manteve-se inalterada.

A superação de tal descaso analítico é tema central de *África, margens e oceanos*. A obra reflete a emergência de investimentos acadêmicos na formação de especialistas, com desenvolvimento de linhas de pesquisa e produção de um campo de saber capaz de subsidiar o ensino da história daquele continente. Se a partir da década de 1980 a renovação dos estudos sobre a escravidão no Brasil já havia jogado luz sobre a necessidade de pesquisas sobre os africanos da diáspora forçada, foi apenas com a Lei nº 10.639 de 2003 que um interesse mais específico sobre o tema invadiu os estudos acadêmicos no Brasil. E, como mostra *África, margens e oceanos*, o interesse veio para ficar.

Estruturado em quatro partes e com 16 capítulos, o livro apresenta reflexões de autores nacionais e internacionais, com discussão de perspectivas originais e muito bem anotados. Trata-se, portanto, de uma antologia planejada, com textos que discutem entre si ou se desdobram em problemáticas afins. Cabe, inicialmente, sublinhar o prefácio de Robert Slenes e a introdução dos organizadores. Ambos oferecem um rico panorama dos estudos africanistas e seus desafios no Brasil, ressaltando especialmente o papel dos oceanos Atlântico e Índico. Como notam esses autores, essas vias de contato se tornaram tão profundamente integradoras que poderiam muito bem ser descritas como rios, como sugeriu Alberto Costa e Silva.

A primeira parte do livro coloca os rios-oceanos em relevo, apresentando o panorama geral de integração dos povos banhados pelo Índico, que precedeu em muito a economia do Atlântico, su-

gerindo a existência de uma economia mundo não eurocentrada. Lição importante, pois recoloca a economia atlântica em uma escala historicamente mais realista. Os dois capítulos seguintes detalham circuitos de trocas comerciais e movimentação de gente, plantas e saberes no mundo do Índico. Já o último se volta para a análise das conexões intracontinentais na África Central, explicitadas pelas demandas escravistas de ambos os oceanos.

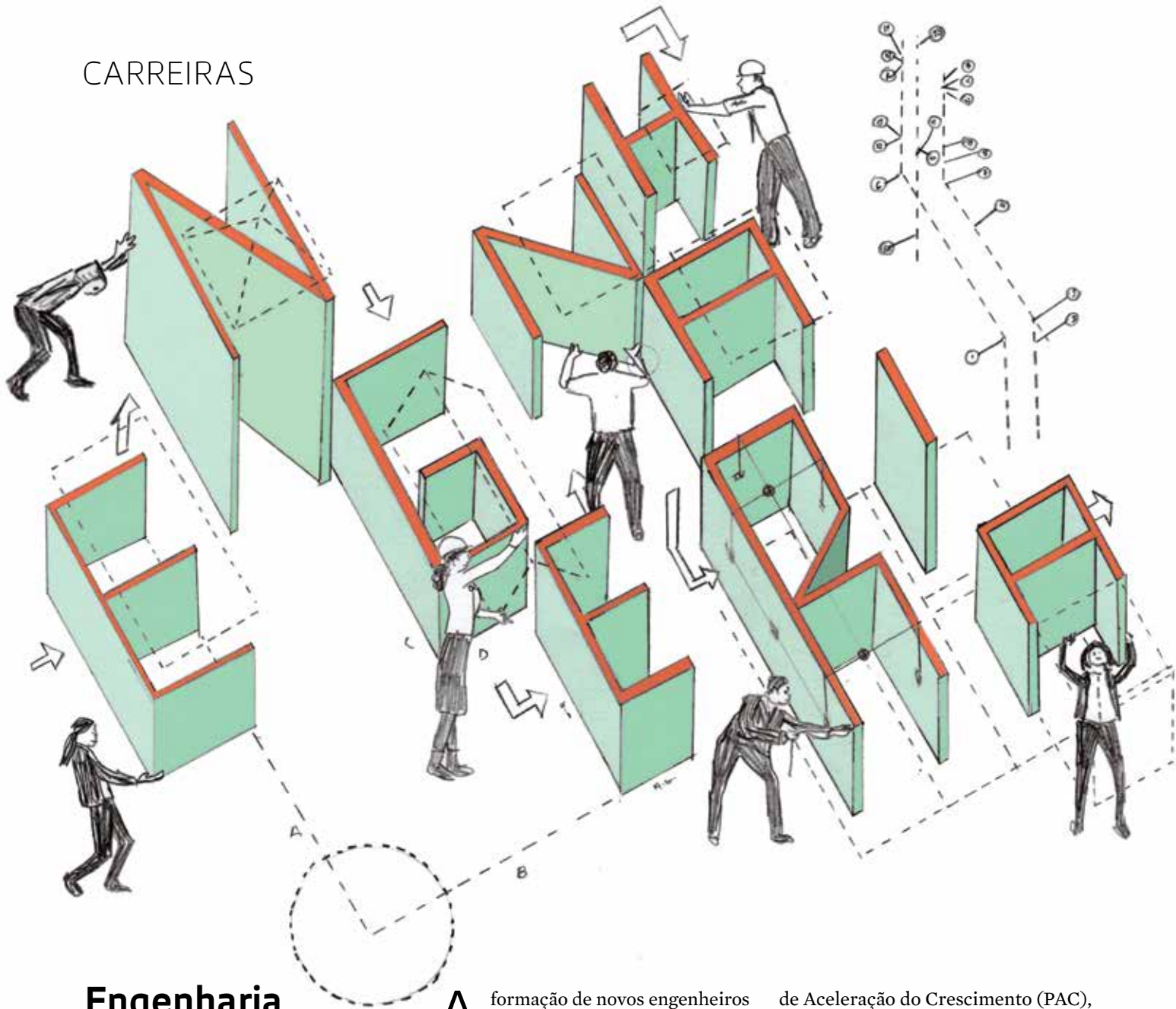
A segunda parte do livro estabelece seu foco no Atlântico, discutindo a emergência de identidades, práticas culturais e comerciais nas duas margens desse “rio”. Os capítulos se debruçam sobre a expansão do islã na porção atlântica de Senegal e Serra Leoa, o comércio do ouro estabelecido entre europeus e africanos no Reino do Daomé, as expedições britânicas prospectivas ao longo do rio Níger e, finalmente, sobre a complexidade da formação do candomblé da autodenominada nação Ketu na Bahia em suas conexões com a costa ocidental africana. O fio condutor é a demanda de escravizados em suas múltiplas consequências.

A terceira parte encontra sua inspiração na história social para colocar em relevo a atuação de africanos em diferentes contextos. Os dois primeiros capítulos, ao tratarem de concepções das *signares* e seus trabalhadores em Saint-Louis e Gorée e do papel das mulheres de elite na apropriação de terras na transição do trabalho escravo em Angola, estabelecem a questão do gênero. O papel das chefias africanas no domínio colonial português dos séculos XVII e XVIII é tema do capítulo seguinte. A seção se fecha com as práticas musicais e dançantes no contexto do século XX em Moçambique.

A quarta e última seção oferece um balanço do impacto das novas concepções e abordagens a respeito da história da África tanto no ambiente acadêmico quanto nas práticas didáticas. Os textos discutem novas possibilidades interpretativas para o desenvolvimento da pesquisa acadêmica, mas, sobretudo, avançam para uma discussão sobre produção e ensino de história da África e das políticas públicas de combate ao racismo.

Maria Helena P. T. Machado é professora titular do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP)

CARREIRAS



Engenharia em reconstrução

Necessidade de modernização de currículo e novas demandas da indústria são desafios à formação de profissionais no Brasil

A formação de novos engenheiros constitui tema central do debate que atualmente envolve pesquisadores, docentes, instituições de ensino e integrantes do setor produtivo no país. Condições e qualidade do ensino, aumento da oferta de cursos remotos, alto índice de evasão e necessidade de reformulação da grade curricular são alguns aspectos presentes na discussão, cujo objetivo é fazer com que as escolas passem a contemplar, por exemplo, temas relacionados à inovação e ao empreendedorismo, considerados essenciais para atender às demandas do mercado, a partir dos desafios atuais.

“A necessidade de se repensar a formação dos engenheiros começou a ser percebida na segunda metade dos anos 2000, com a criação do Programa

de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado pelo governo federal”, explica o engenheiro eletricitista Roberto Leal Lobo e Silva Filho, professor aposentado, ex-reitor da Universidade de São Paulo (USP) e um dos autores de *Engenheiros para quê? Formação e profissão de engenheiros no Brasil* (Edusp, 2020). “Naquele momento recebávamos que poderia haver um apagão no setor, sem profissionais em número suficiente para dar conta do crescimento de 4% ao ano”, relembra Lobo e Silva, que atuou como consultor da Confederação Nacional da Indústria (CNI) em projeto de formação de recursos humanos para inovação. Além de temas relacionados à profissão e à formação de engenheiros, a obra discute a capacidade do setor de inovar

e empreender, a relação entre universidades, empresas e governo, sustentabilidade e reformulação dos currículos a partir das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), instituídas em 2019 para as diversas habilitações em engenharia existentes no país.

A grande quantidade de especializações – no Brasil, são mais de 200 as modalidades em engenharia – é outro aspecto desafiador. “A dispersão resultante dessas diversas especializações acaba sendo um empecilho para que os alunos possam trabalhar com projetos mais abrangentes”, observa Lobo e Silva. “A multiplicação no número de especialidades reflete o anseio de algumas instituições em oferecer cursos de acordo com as tendências do momento, mas que geram frustrações em muitos dos egressos por conta da falta de um preparo mais holístico”, avalia Luiz Lucchesi, professor da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e consultor do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea).

De acordo com dados do Confea, 1.082.575 profissionais estavam registrados em seu sistema, em 2020. O número, porém, não reflete a totalidade de graduados, porque nem todos os engenheiros diplomados solicitam registro nos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Crea). O registro é obrigatório para o exercício da profissão, e a fiscalização é de responsabilidade do sistema Confea/Crea. Em 2019, segundo o último Censo da Educação Superior no Brasil, os cursos de engenharia, produção e construção registraram 1.225.243 novas matrículas: 869.781 na rede privada e 355.462 na rede pública. A taxa de evasão, no entanto, foi superior a 50%.

Observado tanto nas instituições de ensino públicas quanto privadas, o alto índice de abandono dos cursos de engenharia tornou-se um grande problema. O principal motivo para a evasão, identificado por especialistas e profissionais da área, diz respeito à grade curricular, que oferece a mesma formação de 20 anos atrás, com peso excessivo de disciplinas consideradas “duras”, tais como

cálculo, matemática e física. “Não se trata de desprezar a importância dessas áreas dentro da engenharia, mas de proporcionar aos estudantes a possibilidade de lidar com problemas reais em cada uma delas, em conexão com o que acontece no mercado de trabalho”, afirma Lobo e Silva. “Percebemos que a engenharia acabou se transformando em um desencontro de objetivos. Muitos dos alunos não realizam o sonho da graduação na área, os professores se sentem frustrados pelas altas taxas de desistência dos estudantes e as empresas se ressentem da escassez de mão de obra criativa e inovadora”, reflete Maria Beatriz Lobo, coautora do livro.

Estudo realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) sobre o período que vai de 2001 a 2011 revelou que 44% dos mais de 1 milhão de estudantes que cursavam engenharia naquele intervalo de tempo chegaram ao final do curso. Os resultados mostram ainda que as instituições privadas foram as que mais tiveram dificuldade de combater a evasão. A média ficou em mais de 60% nos cursos pagos e passou de 40% nas instituições públicas. “A desistência acaba provocando frustração nos alunos, justamente por se sentirem distantes daquilo que esperavam do curso”, afirma o engenheiro eletricista e professor da Escola Politécnica (Poli) da USP, José Roberto Cardoso. Para ele, a modernização dos cursos precisa estar comprometida com o desenvolvimento de competências como comunicação e expressão escrita, gestão e liderança de equipes. “Existe uma ideia, que foi se cristalizando com

o tempo, de que um engenheiro só precisa entender de cálculo e de processo. Não é de hoje que isso não atende mais às necessidades das empresas”, completa Cardoso.

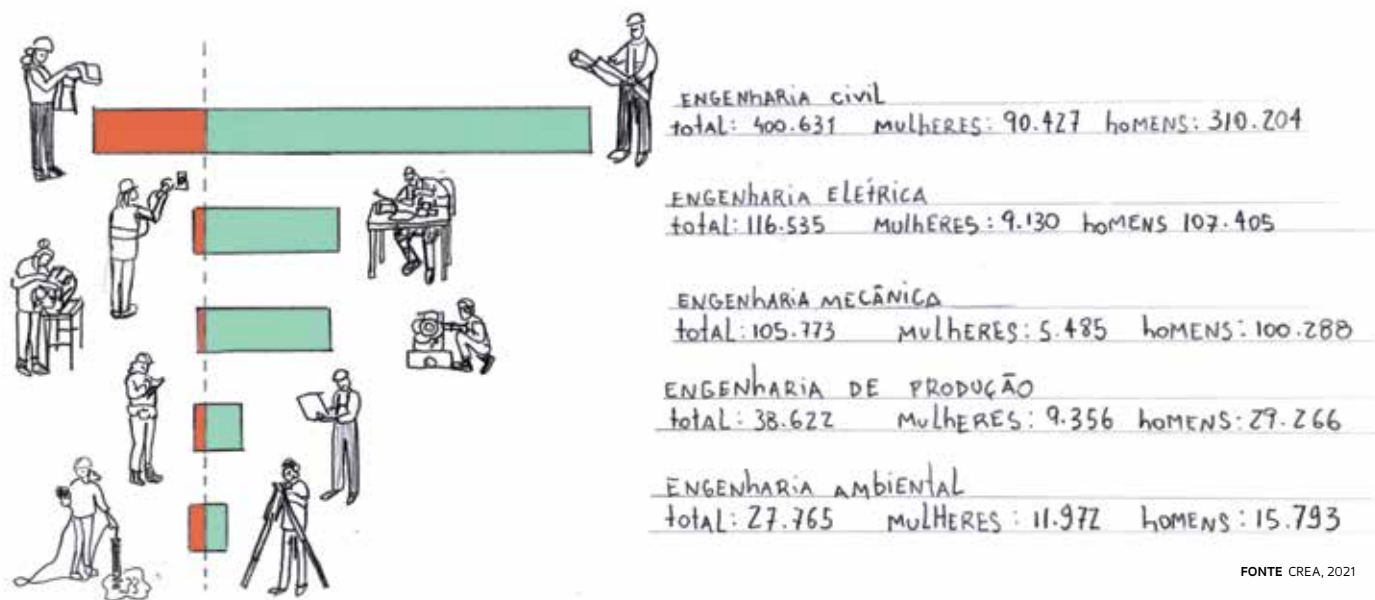
Parte da modernização do currículo defendida pelos autores do livro contempla a utilização das chamadas metodologias ativas, com os alunos assumindo o protagonismo no processo de aprendizagem baseado em projetos. “Temos a tecnologia 5G batendo à nossa porta e isso será uma grande revolução em todos os segmentos da engenharia”, avalia Renata Perrenoud, engenheira civil especializada em educação, gestão de cursos e redesenho de sistemas acadêmicos. “Estar preparado para a análise de informações de big data tornou-se essencial ao engenheiro moderno, mas isso ainda é ignorado por muitas instituições”, observa.

Segundo o Índice Global de Inovação (IGI), calculado anualmente pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual em parceria com a Universidade Cornell, dos Estados Unidos, e o Instituto Europeu de Administração de Empresas (Insead), em 2021 o Brasil ocupou a 57ª posição entre 131 países avaliados. A colocação revela que segue fraco o desempenho nacional no que diz respeito aos indicadores relacionados à formação de profissionais inovadores, em especial nos cursos de engenharia. No índice, o Brasil ficou atrás de países como Chile (53ª), México (55ª) e Costa Rica (56ª). “É preciso que o corpo docente esteja atento a essa necessidade de mudança. Persiste uma cultura de que o curso precisa ser difícil e os alunos precisam sofrer para concluí-lo”, complementa Cardoso.

A rigidez apontada na formação de novos engenheiros tem relação com a própria história da profissão. Até o fim do século XVIII era prevalente a presença de militares nesse setor. Assim como em outros países, também no Brasil a formação de engenheiros esteve, em seus primórdios, sob a responsabilidade de uma instituição militar, a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, criada em 1792 no Rio de Janeiro e considerada a primeira escola nacional de

**Modernização
do currículo
envolve
metodologias
ativas e
aprendizagem
baseada
em projetos**

Engenheiros com registro profissional em diferentes modalidades



engenharia. Designada Escola Politécnica em 1874, há mais de meio século está vinculada à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Foi somente a partir da segunda metade do século XIX que a separação entre engenheiros e militares, estes mais dedicados à criação de fortalezas e equipamentos de guerra, começou a ser observada no país, com engenheiros civis dedicando-se às construções relacionadas ao desenvolvimento das cidades, ou seja, casas, prédios, rodovias e pontes. Também pode ser atribuída à tradição militar o fato de que, por muitos anos, as escolas de engenharia tenham sido frequentadas exclusivamente por rapazes.

Autora de um projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que trata das relações de gênero em cursos com predominância masculina, desde 2010 Maria Eulina Pessoa de Carvalho, do Centro de Educação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), reúne dados sobre o número de alunas e professoras de diferentes cursos da instituição, como engenharia mecânica, física, matemática e computação. “Logo no início enfrentei o obstáculo de não conseguir acessar, de forma sistematizada, a quantidade de mulheres nesses cursos, pois não havia dados sobre isso na instituição”,

explica Carvalho, que teve de recorrer à análise manual das listas de estudantes. “Organizar e disponibilizar esse tipo de informação é o primeiro passo para que possamos alcançar a equidade de gênero em áreas com menor participação feminina”, avalia.

Durante o levantamento, Carvalho descobriu que nenhuma mulher se graduou em engenharia civil na instituição em 1960. Em 1976, 18% dos formandos eram mulheres. Em 2010, 22%. “É um crescimento muito tímido, que reproduz a mesma divisão do trabalho, por gênero, observada na sociedade. A produção do conhecimento evidencia isso”, diz Carvalho. “Essa sub-representação traz grandes prejuízos à concepção de ideias inovadoras, por exemplo. É sabido que a diversidade, em todos os seus aspectos, desempenha um papel imprescindível no desenvolvimento de projetos criativos e que favoreçam o empreendedorismo.”

Com a intenção de modernizar o currículo de seus cursos de engenharia, o Centro Universitário de Volta Redonda, mantido pela Fundação Oswaldo Aranha (UniFOA), implantou, no início deste ano, um modelo de formação totalmente baseado em projetos. “Como antes pensávamos as engenharias de maneira bastante segmentada, decidimos quebrar as barreiras das disciplinas e fazer com que os alunos

tenham os conceitos de forma mais ampla e integrada”, explica Max Damas, pró-reitor de planejamento e desenvolvimento da instituição. Com isso, as especialidades de engenharia ofertadas pela instituição farão parte de um programa único durante os primeiros quatro semestres. “Dessa forma, evitaremos a divisão entre as engenharias de produção, civil, elétrica, ambiental e mecânica levando os estudantes a pensar de forma mais aberta e criativa as oportunidades de solução de problemas encontrados no cotidiano da profissão”, afirma Damas. No novo formato, a escolha de cada especialidade acontecerá somente a partir do quinto semestre. A instituição recebe cerca de 100 alunos nos cursos de engenharia a cada nova turma.

Temas como engenharia criativa, aplicação em engenharia 4.0, cidades sustentáveis, projeto de controle ambiental e internet das coisas também terão seus conteúdos ofertados no novo modelo. “Os estudantes de engenharia que entram na faculdade hoje deverão seguir ativos economicamente por pelo menos 50 anos. É importante que estejam preparados para resolver problemas e interpretar as demandas do futuro. Adaptabilidade, agilidade e flexibilidade devem ser habilidades preponderantes”, completa. ■ Sidnei Santos de Oliveira



Verena Paccola: múltiplos interesses científicos

A equipe saiu-se vencedora em diversas etapas regionais e nacionais. Em 2017, no ensino médio, cursado no Colégio Técnico de Campinas na área de enfermagem, criou um grupo de estudos com a intenção de participar da Olimpíada Brasileira de Neurociências promovida pelo Hospital Israelita Albert Einstein. “Como tive um bom desempenho, em 2018 fui chamada para fazer um estágio com eles na área de neurociência computacional para pessoas com transtorno do espectro autista”, conta.

No ano seguinte, foi selecionada para integrar uma equipe de jovens que participaram da Assembleia da Juventude da Organização das Nações Unidas (ONU), realizada em Nova York, nos Estados Unidos. “Fiz a inscrição, mas nem imaginava que seria convocada, pois me inscrevo em tudo que vejo”, brinca. Ainda em 2019, Paccola estudou neurociência comportamental por um semestre na University of British Columbia, em Vancouver, no Canadá. “Deixei o curso ao perceber que minha prioridade era mesmo estudar medicina.”

A entrega do prêmio no MCTI, realizada em Brasília, em dezembro, teve a participação de Patrick Miller, criador e coordenador do programa Caça Asteroides. Durante a cerimônia, Paccola foi surpreendida pela notícia de que fora responsável pela descoberta de um asteroide importante, que lhe rendeu um troféu além da medalha de honra ao mérito. “Esse asteroide é chamado de fraco, pois faz parte de um grupo que se movimenta mais devagar”, explica.

Usuária frequente de redes sociais – só no Instagram ela reúne mais de 41 mil seguidores –, Paccola costuma publicar conteúdos sobre diferentes assuntos relacionados ao campo da ciência, além de seu cotidiano como estudante de medicina. A produção de roteiros, gravação e edição dos vídeos também é assinada por ela. “Meu maior prêmio é saber que estou servindo de inspiração para meninas que se interessam por ciência”, finaliza. ■ S.S.O.

PERFIL

Na órbita da medicina

Estudante da USP de Ribeirão Preto é premiada pela descoberta de asteroides em programa coordenado pela Nasa

Há dois anos, com o intuito de aliviar a rotina de estudos para ingressar na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), a paulista Verena Paccola decidiu se inscrever no programa Caça Asteroides do International Astronomical Search Collaboration da Nasa, promovido no Brasil em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Em dois meses, conseguiu identificar 25 desses corpos celestes, um deles considerado de grande relevância devido à possibilidade de se chocar com a Terra.

“Fiquei sabendo da oportunidade de participar do programa em uma rede social. Preenchi o cadastro e logo fui chamada para iniciar o treinamento on-line e assim aprender a analisar as imagens do Universo”, conta Paccola, 22 anos, que se dedicou às buscas entre junho e julho de 2020. As investigações não foram feitas vasculhando o céu durante a noite, mas utilizando um software que disponibiliza pacotes de imagens

obtidas por um telescópio posicionado no Havaí, nos Estados Unidos. A partir delas, os participantes produzem relatórios com análises e descrições que são avaliados pela equipe do programa. “Toda semana era divulgada uma lista das pessoas que haviam descoberto asteroides. Minha primeira descoberta foi divulgada na terceira semana. Já na semana seguinte, constavam 13 asteroides sob minha responsabilidade. E assim cheguei aos 25 registrados”, comemora.

O interesse pelo campo científico da jovem nascida em Campinas e criada em Indaiatuba, no interior de São Paulo, vem desde a infância. “Lembro de um dia em que pudemos levar brinquedos para a escola e apareci com um microscópio a pilha que ganhei de uma tia”, conta. “Também gostava de ler livros sobre o funcionamento do corpo humano, mais especificamente sobre o cérebro.” No sexto ano do ensino fundamental, criou e liderou uma equipe de robótica para participar da First Lego League, torneio mundial realizado em diferentes países.



9ª Conferência

INDÚSTRIA E INOVAÇÃO

23 MARÇO 2022

das 10h às 11h30

Desde o final dos anos 1970, a palavra inovação entrou de forma definitiva na agenda das políticas de ciência e tecnologia. Diversas organizações e instituições incorporaram este tema em seus estudos e recomendações e a inovação passou a ser reconhecida como o principal motor do crescimento da produtividade.

A inovação tecnológica, especificamente, impacta de forma contundente as sociedades modernas e, por isso, está no centro das estratégias empresariais e dos esforços públicos de melhoria da qualidade de vida. E é aqui que a ciência (básica ou aplicada) e o desenvolvimento tecnológico adentram os mercados e a política pública.

A 9ª Conferência FAPESP 60 anos reunirá especialistas para discutir a relevância da inovação tecnológica e sua centralidade nas agendas de muitas instituições e da própria FAPESP.

MODERADOR

Carlos Américo Pacheco
Diretor-presidente, FAPESP

CONFERENCISTAS

AO VIVO



FERNANDO GALEMBECK
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Materiais Complexos Funcionais (Inomat)



PEDRO WONGTSCHOWSKI
Anpei, FAPESP, Ultrapar e MEI-CNI



JORGE A. GUIMARÃES
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii)



Informações e inscrições, acesse <https://60anos.fapesp.br>

VACINAS RECOMENDADAS NO 1º ANO DE VIDA

BCG Tuberculose)	Paralisia Infantil (VIP)	PENTA(DTP+Hib+HepB)	Rotavirus	PNEUM
04/17 6054 2068966 Cacilha	27/06/17 Lote M16621V Cód. 2068966 Nome: COREN-SP Rg. Prof. 33336038-A	27/06/17 Lote 13796009D Cód. 2068966 Nome: COREN-SP Rg. Prof. 0036038-AF	27/06/17 Lote A2060572AA Cód. 2068966 Nome: COREN-SP Rg. Prof. 00686038-AF	27/06/17 Lote 157V Cód. 2068966 Nome: COREN-SP Rg. Prof. 00686038-AF
04/17 VUX16004 2068966 Cacilha	04/07/2017 L: M16621V No CNES:2068966 Rg. Prof. Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem	04/07/17 L:279X6013B CNES:2068966 Rg. Prof. Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem	04/09/17 Lote A2060573AA Cód. 2068966 Nome: Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem	04/09/17 L: 159VPN No CNES:2068966 Rg. Prof. Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem
Hepatite B	Paralisia Infantil(VOP)	PENTA(DTP+Hib+HepB)	Sarampo/caxumba/rubéola	PNEUM
/ / /	V.I.P 17/11/2017 L:N3A29-1 CNES:2068966 Rg. Prof. Glendice D. Ferreira COREN-SP 53765	PENTA 17/11/2017 L:279x6014 CNES:2068966 Rg. Prof. Glendice D. Ferreira	S.C.R 27/07/2018 L:17PVVA011Z CNES:2068966 Rg. Prof. Maricela P. Souza COREN-SP 404339-Tor	Pneumo 27/07/2018 L:160VPN CNES:2068966 Rg. Prof. Maricela P. Souza COREN-SP 404339-Tor
/ / /	Paralisia Infantil(VOP)	Difteria/Tétano/Coqueluche	Sarampo/caxumba/rubéola+Varicela	PNEUM
/ / /	22/07/19 Lote 10A Cód. 2068966 Nome: Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem Rg. Prof. Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem	22/07/2019 L: 2828X002A CNES:2068966 Rg. Prof. Aparecida de Godoy Oliveira de Enfermagem	08,03,19 Lote 08,03,19 Cód. TETRAVIRAL Nome: LOTE: CB280A Rg. Prof. Sibrana Alves Aux. de enfermagem COREN-SP 633.733	Pneumo R12 Cód. R12 Nome: R12 Rg. Prof. R12
Hepatite A	Paralisia Infantil(VOP)	Difteria/Tétano/Coqueluche	HPV	HPV
12/11/21 Lote 34A-0222 Cód. 2788063 Nome: Marta Rg. Prof. Marta	12/11/21 Lote 28200001A Cód. 2788063 Nome: Marta Rg. Prof. Marta	12/11/21 Lote 28200001A Cód. 2788063 Nome: Marta Rg. Prof. Marta	9 anos Lote 9 anos Cód. 9 anos Nome: 9 anos Rg. Prof. 9 anos	9 anos Lote 9 anos Cód. 9 anos Nome: 9 anos Rg. Prof. 9 anos

À VENDA EM BANCAS
DE TODO O PAÍS