

Pesquisa

MAIO DE 2021 | ANO 22, N. 303

FAPESP ▲

FUTURO SOB AMEAÇA

Brasil enfrenta desafio de criar estratégias para garantir aprendizagem de alunos afetados pelo fechamento de escolas e pela oferta desigual de ensino remoto

Cruzamento com neandertais influenciou características de seres humanos modernos

Engenheiro brasileiro da Nasa Ivair Gontijo fala da missão do robô Perseverance em Marte

Estudo mapeia as principais fontes nacionais de apoio à ciência e sua inserção internacional

Expectativa de vida varia até 14 anos em cidades da América Latina

Debate sobre quebra de patentes de vacinas envolve superar barreiras tecnológicas e produtivas



FOLHEIE A PESQUISA FAPESP ONDE ESTIVER



Pesquisa
FAPESP

Leia a revista
na plataforma ISSUU

Faça o download
de edições

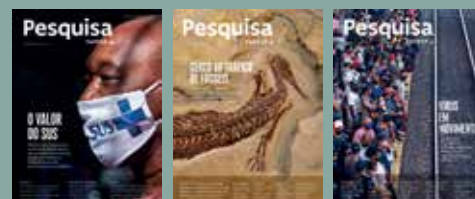
PARA RECEBER OS AVISOS,
É SÓ SE CADASTRAR



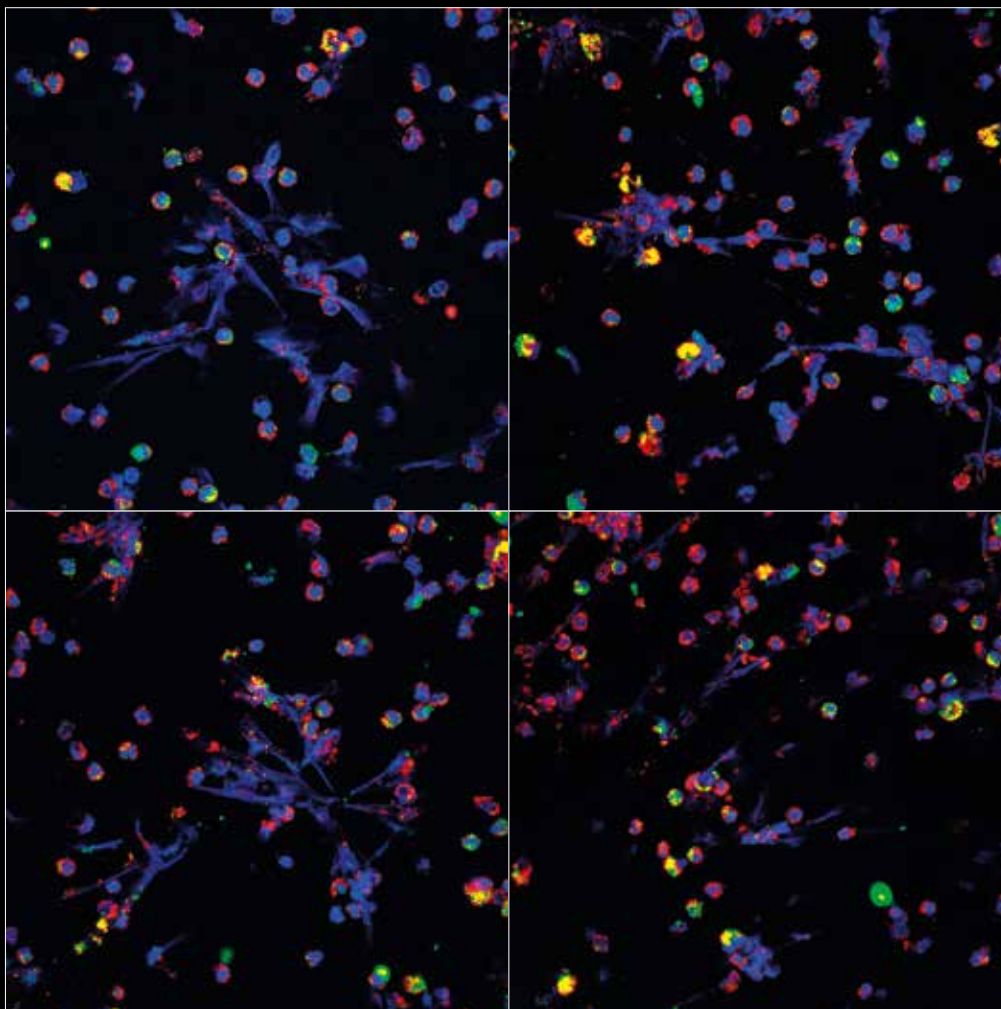
[ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP](https://www.issuu.com/pesquisafapesp)



APROVEITE !



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



Redes letais

Diante de uma invasão de vírus ou bactérias, células do sistema imunológico humano podem ter uma reação exagerada, chamada netose, que vem se mostrando pronunciada quando o invasor é o Sars-CoV-2. “Os núcleos, marcados em azul na imagem, normalmente são redondos”, explica o farmacologista Flávio Protásio Veras. “Quando acontece a netose, eles parecem alongados por causa da rede de DNA que sai das células.” Os pontos vermelhos e verdes são proteínas que ficam aderidas às redes e reforçam o processo que, na Covid-19, pode causar danos aos pulmões e acarretar a morte do paciente. Em sua pesquisa, Veras busca medicamentos que minimizem esses estragos.

Imagem enviada por Flávio Protásio Veras, pesquisador em estágio de pós-doutorado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo



3 FOTOLAB
6 COMENTÁRIOS
7 CARTA DA EDITORA

8 BOAS PRÁTICAS
Estudo reúne iniciativas para recompensar pesquisadores com comportamentos éticos

11 DADOS
Número de publicações científicas cresceu muito nas últimas três décadas

12 NOTAS
16 NOTAS DA PANDEMIA

CAPA
18 Fechamento de escolas e acesso desigual a ensino remoto elevam evasão e agravam defasagem no aprendizado

24 Investimento em formação docente e intercâmbio entre escolas contribuem para o desempenho dos alunos

26 Quebra de patentes de vacinas contra Covid-19 exige a superação de barreiras para ser efetiva

30 ButanVac usa como antígeno versão mais estável da proteína *spike*

32 Iniciativas acadêmicas recolhem relatos pessoais sobre memórias e lutos da pandemia

ENTREVISTA
36 Luiz Bevilacqua, precursor da Coppe, fala sobre o desenvolvimento da pesquisa em engenharia no país

BIOTECNOLOGIA
42 Em 25 anos, a CTNBio aprovou o uso de mais de 150 produtos transgênicos no país

INVESTIMENTO
48 Estudo mapeia as principais fontes de apoio à ciência brasileira e seu grau de internacionalização

BOAS PRÁTICAS
52 Pesquisas se debruçam sobre conflitos de interesse na ciência médica

GENÉTICA
56 Há 46 mil anos, seres humanos modernos tiveram filhos com neandertais na Europa

BIOLOGIA
61 Tons da plumagem e vocalização favorecem formação de novas espécies em um grupo de aves

MUDANÇAS CLIMÁTICAS
64 Aquecimento global aumenta risco de inundações e deslizamentos de terra no Sul e Sudeste

AMBIENTE
66 Cientistas dos Estados Unidos defendem criação de programa para estudar geoengenharia climática

AVIAÇÃO

70 Para voltar a crescer, Embraer investe em inovação e usa seu portfólio de aeronaves

ENTREVISTA

74 O engenheiro brasileiro Ivair Gontijo é um dos responsáveis pelo monitoramento do robô enviado a Marte

ENGENHARIA DE ÓLEO E GÁS

78 Nova técnica poderá facilitar a produção de petróleo nos poços do pré-sal

DEMOGRAFIA

80 Brasil e México apresentam menores médias de vida, revela estudo

ICONOGRAFIA

84 Fenômeno dos zoológicos humanos é analisado por meio de fotografias

OBITUÁRIO

88 Alfredo Bosi (1936-2021)
90 Fulvio Pileggi (1927-2021)

91 MEMÓRIA

Pensamento de Anísio Teixeira está na base da defesa do ensino público, gratuito e laico

94 RESENHA

Alexandre de Gusmão (1695-1753): O estadista que desenhou o mapa do Brasil, de Synesio Sampaio Goes Filho. Por Iris Kantor

95 CARREIRAS

Participação de pesquisadores na implementação de políticas públicas constitui oportunidade profissional

1. Crianças estudando em casa, no bairro Santa Cecília, em São Paulo (CAPA, P.18)
2. Nuvens tipo cirrus dificultam o escape de calor da Terra (AMBIENTE, P.66)

Capa

D.G., de 11 anos, estudante da 6ª série e moradora de Campos Elíseos, centro de São Paulo

Foto

LÉO RAMOS CHAVES

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)



▶ **O papel do SUS no combate à Covid-19**

Sistema Único de Saúde enfrenta problemas novos e antigos de financiamento e governança
bit.ly/igVSUSPandemia



▶ **9 perguntas sobre as variantes do novo coronavírus**

Virologista Eurico Arruda, da USP, responde a dúvidas sobre as mutações e suas consequências
bit.ly/igVEuricoArruda

PODCAST


Pesquisadores falam do estudo epidemiológico em Serrana (SP), sobre a reabilitação de recifes de coral e as causas de uma inflamação que provoca queda de cabelos
bit.ly/igPBR17abr21





CONTATOS


revistapesquisa.fapesp.br


redacao@fapesp.br


 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 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 do custo
de postagem.
Peça pelo e-mail:
clair@fapesp.br

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Adquira os direitos de
reprodução de textos
e imagens de *Pesquisa FAPESP*.
E-mail:
mpiliadis@fapesp.br

COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Covid-19

Lendo a reportagem “O vírus em evolução” (edição 302), penso que o combate à pandemia tem de ser uma prioridade mundial. Tudo é consequência do nosso descaso com o planeta.

Paulo Leonardo Nonato

Carreiras

Fiz isso (“Um outro diploma”, edição 301). Foi terrível, cansativo, exaustivo, mas não me arrependi nem por um só minuto.

Claudia Lopes Borio

Campos rupestres

Acompanhei por meio de notícias o projeto de Extrema (MG), citado na reportagem “Para proteger as fontes de água no alto das serras”, quando morava em Paraisópolis, também em Minas. Está dando muito certo, muitas nascentes foram recuperadas. Parece que a população envolvida se conscientizou da importância de preservar.

Rita Mendes

De 2014 a 2018, fiz anualmente expedições ao Espinhaço mineiro. Em sua face oeste ele faz divisa com um Cerrado muito carente de cursos d’água. Boa parte da água desce dos campos rupestres no alto da serra. Faz todo sentido preservá-la.

Igor Messias

Vídeos

Perfeitas as explicações de Eurico Arruda e



em uma linguagem que nós, leigos, podemos entender (“9 perguntas sobre as variantes do novo coronavírus”).

Solange Bernardes Carvalho

Acho que foi o vídeo mais esclarecedor que assisti.

Celia Kawazoi

Excelente explicação. Em linguagem simples e muito clara. Nota 10.

Valdir de Marqui

Uma aula imperdível para todos que, como eu, não são do campo da biologia e das ciências médicas.

Tania Cordeiro

Que vídeo bem-feito (“O papel do SUS no combate à pandemia”). Merece ser compartilhado.

Lair Amaro

Fiquei impressionado com as histórias e qualidade do vídeo “O golpe na academia (parte 1)”.
Gustavo Suto

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

Reportagens que você lê no site de *Pesquisa FAPESP*

bit.ly/igYpykuera

Algumas populações nativas da América do Sul podem descender, em parte, de povos da Ásia e da Oceania



Indivíduos da etnia Xavante, uma das estudadas pelos geneticistas

MARCELLO CASAL JR. / AGÊNCIA BRASIL

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

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

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa

ISSN 1519-8774

FAPESP

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Catarina Segreti Porto, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Sênzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Leticia Veras Costa Lotufo, Lucio Angnes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Marta Teresa da Silva Arretche, Paula Montero, Richard Charles Garratt, Sérgio Marcondes Cesar Júnior, Rui Monteiro de Barros Maciel, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

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 Oliveira do Prado (*Mídias Sociais*)

ARTE

Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (*Designers*), Alexandre Afonso (*Editor de infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*)

FOTÓGRAFO

Léo Ramos Chaves

BANCO DE IMAGENS

Valter Rodrigues

RÁDIOSarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)**REVISÃO**

Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES

Ana Carolina Fernandes, Ana Paula Orlandi, Bruno de Pierro, Diego Viana, Domingos Zapparoli, Eduardo Geraque, Elisa Carareto, Igor Zolnerkevic, Iris Kantor, Flávio Protásio Veras, Renato Pedrosa, Sidnei Santos de Oliveira

REVISÃO TÉCNICA Célio Haddad, João Luiz Azevedo, José Roberto Arruda, Maria Beatriz Florenzano, Nathan Berkovitz, Paulo Artaxo, Walter Colli e William Roberto Wolf

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

TIRAGEM

30.100 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

Educação não é privilégio

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Um dos impactos mais duradouros da pandemia causada pelo novo coronavírus recai em uma área vital para todas as nações: a educação, determinante para o futuro de países em desenvolvimento como o Brasil. Ao já alto número de crianças e adolescentes sem matrícula vigente – 1,3 milhão –, teriam se somado mais 4 milhões de alunos que deixaram de estudar devido à Covid-19, segundo levantamento do Unicef com base em dados da Pnad/IBGE (*página 18*).

O país, que recentemente alcançou a universalização do ensino fundamental, defrontava-se com dificuldades históricas de evasão, defasagem e crescentes diferenças nos níveis de aprendizagem dos alunos. Esses problemas foram agravados pela pandemia e pela condução do seu combate no país, relata a reportagem de capa desta edição. Segundo relatório da OCDE, precisamente os países com os piores níveis de escolaridade foram os que mantiveram as escolas fechadas por mais tempo. Outro levantamento mostrou que Alemanha, Reino Unido, Dinamarca e França suspenderam as aulas por aproximadamente 90 dias e no Brasil foram mais de 260 dias de interrupção.

As previsões sobre o agravamento da desigualdade de aprendizagem no país e na América Latina e Caribe são inquietantes. Para medir as consequências da pandemia na educação, o Banco Mundial usou o conceito de pobreza de aprendizagem, ideia semelhante à da linha de pobreza monetária. Na região, considerando o impacto na educação até o início de 2021 e o fechamento das escolas por 10 meses, pode passar de 55% para 71% da população classificada como pobre de aprendizagem.

Datada de 1961, a Lei de Diretrizes e Bases é um dos principais arcabouços legais que norteiam a educação brasileira. O documento, que defende os preceitos da escola pública, obrigatória, gratuita e laica, teve como articulador central Anísio Teixeira, morto há 50 anos (*página 91*). Pensador, administrador e político da educação, Teixeira ajudou a construir ou dirigiu instituições centrais do sistema educacional brasileiro, como a Capes e o Inep (que hoje leva seu nome). Educação não é privilégio, título deste editorial, é o nome de um de seus livros.

Educação é um dos temas da entrevista concedida pelo engenheiro Luiz Bevilacqua (*página 36*), idealizador do que se tornou uma das novas instituições de ensino superior mais inovadoras do país, a UFABC. Interdisciplinar por natureza, a universidade não tem departamentos. Responsável pelos programas de engenharia civil e mecânica nos primeiros anos da Coppe/UFRJ, especialista em grandes estruturas e pontes, Bevilacqua buscou construí-las também entre a pesquisa e os desafios tecnológicos das grandes empresas.

Principal parceira da Coppe, a Petrobras procurou a instituição quando descobriu reservas petrolíferas em águas profundas, área com grandes desafios de pesquisa à época. As atividades de pesquisa relativas aos obstáculos da exploração de petróleo em grandes profundidades seguem rendendo frutos. Metodologia computacional que reúne mecânica de fluidos e inteligência artificial desenvolvida pela Escola de Engenharia de São Carlos, da USP, pode facilitar o gerenciamento do escoamento de óleo e gás natural extraídos de águas profundas e ultraprofundas até as plataformas marinhas (*página 78*).

BOAS PRÁTICAS



Para disseminar os Princípios de Hong Kong

Estudo reúne iniciativas para recompensar pesquisadores que compartilham dados e têm comportamentos éticos e transparentes

Um artigo publicado no ano passado na revista *PLOS Biology* examinou e esmiuçou os cinco Princípios de Hong Kong, um conjunto de diretrizes definidas em 2019 na 6ª Conferência Mundial de Integridade Científica para avaliar o desempenho dos pesquisadores de forma mais abrangente e recompensar comportamentos éticos e transparentes. O *paper* é assinado pelo epidemiologista David Moher, da Universidade de Ottawa, no Canadá, em parceria com oito pesquisadores que participaram da organização da conferência. O grupo também enumerou iniciativas de instituições acadêmicas e agências de fomento afinadas com as cinco recomendações, em uma espécie de guia de boas práticas para promover uma cultura de integridade utilizando critérios apropriados de avaliação. “Desenvolvemos os Princípios de Hong Kong com foco na necessidade de impulsionar a qualidade da pesquisa, garantindo que os cientistas

sejam reconhecidos e recompensados por ações que fortaleçam a integridade”, explicou Moher em sua conta do Twitter, quando o artigo foi lançado.

O primeiro princípio propõe a valorização de práticas responsáveis em todas as fases de um projeto científico, de sua concepção à divulgação dos resultados. Moher e seus colegas criticam a utilização isolada de indicadores quantitativos, como número de artigos publicados e suas citações, para distinguir o mérito acadêmico. A recomendação é premiar também pesquisadores engajados em ações para reforçar a fidedignidade dos resultados. Um dos bons exemplos mencionados é o dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, que em 2018 modificaram as instruções para submissão de projetos. Os proponentes são orientados, por exemplo, a utilizar uma ferramenta on-line, o Assistente de Desenho Experimental (EDA), que ajuda a planejar os experimentos com animais de laboratório, calculando o tamanho adequado de amostras e orientando a adoção de métodos de análise para prevenir vieses.

O segundo princípio se preocupa em garantir que os dados encontrados em um estudo sejam robustos e possam ser reproduzidos em trabalhos subsequentes. A proposta é encontrar formas de considerar o conjunto completo de informações obtidas em um experimento científico, incluindo os resultados negativos, de modo a evitar que a divulgação de informações parciais ou selecionadas distorçam as conclusões. Essa preocupação levou as plataformas de publicação em acesso aberto da Wellcome Trust e da Fundação Bill & Melinda Gates a exigir que autores forneçam os protocolos de seus trabalhos juntamente com os resultados finais, com o objetivo de verificar se as hipóteses iniciais foram modificadas no decorrer do projeto. Instituições como a Universidade de Toronto, no Canadá, determinam que seus pesquisadores usem a Ferramenta de Protocolo Eletrônico Spirit. Trata-se de um software on-line que cria e gerencia protocolos de ensaios clínicos, registrando automaticamente suas informações no banco de dados clinicaltrials.gov.

Já a terceira recomendação envolve recompensar quem adota os princípios da ciência aberta, um conjunto de práticas que promove a transparência na pesquisa e o trabalho em colaboração.

Entre os exemplos apontados, figura o da Faculdade de Medicina da Universidade Tecnológica de Nanyang, em Singapura. Ela audita os planos de gerenciamento de dados de seus pesquisadores para verificar se os dados brutos foram realmente disponibilizados no repositório da instituição.

A importância de garantir liberdade aos cientistas é o mote do quarto princípio de Hong Kong. Ele propõe que sejam reconhecidas as contribuições de tipos variados de atividades de pesquisa, desde aquelas orientadas apenas pela curiosidade dos pesquisadores até as que buscam aplicações comerciais – não raro, o desenvolvimento de novas tecnologias se baseia em descobertas feitas acidentalmente, sem que o autor pudesse prever o que alcançaria. Outra recomendação é premiar também pesquisadores que testam ou validam novos métodos e ferramentas ou os que se ocupam de confirmar os resultados encontrados por outros, cujo esforço é essencial para acionar os mecanismos de autocorreção da ciência. Um dos destaques é a Organização Holandesa de Pesquisa, que já lançou três editais para financiar estudos de replicação de outros trabalhos.

Por fim, o quinto princípio prevê reconhecer o trabalho de pesquisadores que se dedicam a atividades vistas como acessórias, tais como a revisão de artigos, a orientação e supervisão de estudantes e jovens pesquisadores, a divulgação científica e as atividades de extensão. Há bons exemplos nesse sentido: a Universidade de Glasgow incluiu nos critérios de promoção de docentes as atividades de revisão por pares. Isso é possível quando os periódicos publicam pareceres abertos em que o nome do avaliador é divulgado. Outra iniciativa é a da Agência Irlandesa de Pesquisa em Saúde, que oferece a pesquisadores financiamentos adicionais para atividades de disseminação, a fim de acelerar as aplicações no ambiente clínico.

O texto do artigo da *PLOS Biology* foi traduzido para o português em janeiro pela Associação Brasileira dos Editores Científicos (Abec) e pode ser consultado no site da instituição em bit.ly/3dUIM4b. “Esses princípios são importantes para promover a integridade científica e para valorizar o papel da pesquisa e o trabalho dos pesquisadores, reconheci-

As cinco diretrizes

O que dizem os Princípios de Hong Kong

- 1** Valorizar, na avaliação dos pesquisadores, as práticas responsáveis desde a concepção até a execução da pesquisa, incluindo o desenvolvimento da ideia inicial do trabalho, o desenho de pesquisa, a metodologia, a execução e a disseminação efetiva dos resultados
- 2** Valorizar o relato preciso e transparente das pesquisas, independentemente dos seus resultados
- 3** Valorizar as práticas da ciência aberta, como métodos, materiais e dados abertos
- 4** Valorizar um amplo espectro de pesquisas e contribuições acadêmicas, como replicação, inovação, translação, síntese e metapesquisa
- 5** Valorizar uma série de outras contribuições para fomentar a pesquisa responsável e para a atividade acadêmica, como a revisão por pares para projetos e publicações, a orientação, a divulgação e a troca de conhecimento

dos como fundamentais no combate à pandemia”, diz o odontologista Sigmar de Mello Rode, presidente da Abec e pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que ajudou a traduzir o artigo com as pesquisadoras Sonia Vasconcelos, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e Carmen Penido, da Fundação Oswaldo Cruz. De acordo com Rode, há exemplos brasileiros que convergem para os princípios de Hong Kong. “No estado de São Paulo, temos um estímulo crescente para que pesquisadores compartilhem seus dados de pesquisa, o que facilita o trabalho de quem vai replicar os estudos e permite o reaproveitamento das informações em novos trabalhos”, afirma, referindo-se a iniciativas da FAPESP, como a que instituiu a exigência para que projetos de pesquisa em todas as modalidades apresentem planos de gestão de dados. “Há uma valorização da ciência aberta”, afirma. ■ **Fabrcio Marques**

Dados fabricados em estudo para avaliar clínicas psiquiátricas

O psicoterapeuta e epidemiologista Hans-Ulrich Wittchen, um respeitado especialista em fobias e ansiedade que editou um manual de diagnóstico de transtornos mentais utilizado por psicólogos da Alemanha, fabricou parte dos dados de um estudo que custou € 2,4 milhões (o equivalente a R\$ 16,2 milhões) sobre o desempenho e a qualidade de clínicas psiquiátricas do país. De acordo com uma investigação de dois anos encomendada pela Universidade Técnica de Dresden (TU Dresden), onde Wittchen era professor catedrático até se aposentar em 2017, 20 das 93 clínicas avaliadas não foram sequer visitadas: o pesquisador orientou seus assistentes a atribuir a elas os dados copiados de outras clínicas. “As violações foram intencionais e não fruto de negligência”, informa o relatório da comissão de inquérito, reproduzido pela revista *Science*.

O pesquisador sustenta que não houve má-fé e que o erro não compromete os resultados do estudo. “Os dados estão cientificamente corretos”, disse.

A fabricação de dados não é a única acusação que ele enfrenta. Segundo o relatório, Wittchen assediou os dois jovens pesquisadores que o denunciaram. Eles trabalhavam na Associação para Transferência de Conhecimento e Tecnologia, vinculada à TU Dresden, órgão responsável por executar a avaliação das clínicas psiquiátricas. O pesquisador tentou convencê-los, em vão, a assinar uma carta em que retiravam as acusações e pediam desculpas. Também recomendou a demissão deles, para cortar custos. A universidade foi criticada no relatório por não proteger os denunciados. Em 2019, o psicoterapeuta enviou um e-mail ao reitor da universidade na época, Hans Müller-Steinhagen, pedin-

do que suspendesse a investigação, caso contrário haveria um “terremoto político nacional”.

A Universidade Ludwig Maximilian de Munique, onde Wittchen atuava desde 2017 como professor visitante, anunciou a suspensão de seu contrato no mês passado, depois que soube das alegações. A Sociedade Alemã de Psicologia também se pronunciou, informando que as conclusões da investigação são “muito graves” e que um tribunal interno avaliará a expulsão do pesquisador de seus quadros. Um porta-voz da TU Dresden informou que outras alegações contra Wittchen estão sendo investigadas – ele teria empregado a filha no projeto sem que ela efetivamente trabalhasse – e deverá anunciar em breve se aplicará sanções. O Ministério Público em Dresden abriu uma investigação criminal sobre o caso.



Alarme na pesquisa médica do Irã

Um grupo de pesquisadores vinculados a universidades do Irã enviou um questionário com perguntas sobre integridade científica para professores de faculdades de medicina do país. Dos 692 docentes que aceitaram participar do levantamento, 72,1% afirmaram ter testemunhado pessoalmente alguma situação de má conduta nos 12 meses anteriores. Entre as circunstâncias que mais influenciam desvios éticos, os entrevistados apontaram a pressão para obter cargos estáveis, a necessidade de ampliar a produção científica e a falta de empenho das instituições de pesquisa em coibir abusos. Apenas 18,5% dos entrevistados classificaram como alta ou muito alta a eficácia das regras de suas instituições para reduzir casos de má conduta.

Da mesma forma, o risco de ser pego cometendo má conduta foi classificado como baixo ou muito baixo por 80,6% dos entrevistados. Os problemas mais frequentes envolveram atribuição fraudulenta de autoria de artigos, falsificação de dados e a manipulação de resultados para obter conclusões mais impactantes. O estudo, divulgado no repositório Research Square, foi coordenado pela médica Bitu Mesgarpour, diretora do Instituto Nacional de Desenvolvimento de Pesquisa Médica, em Teerã, e ex-subsecretária de Pesquisa e Tecnologia do Ministério da Saúde do Irã. A conclusão do estudo é de que o país necessita de políticas públicas mais eficazes para enfrentar as taxas altas de má conduta na pesquisa médica.

Número de publicações científicas cresceu significativamente nas últimas três décadas

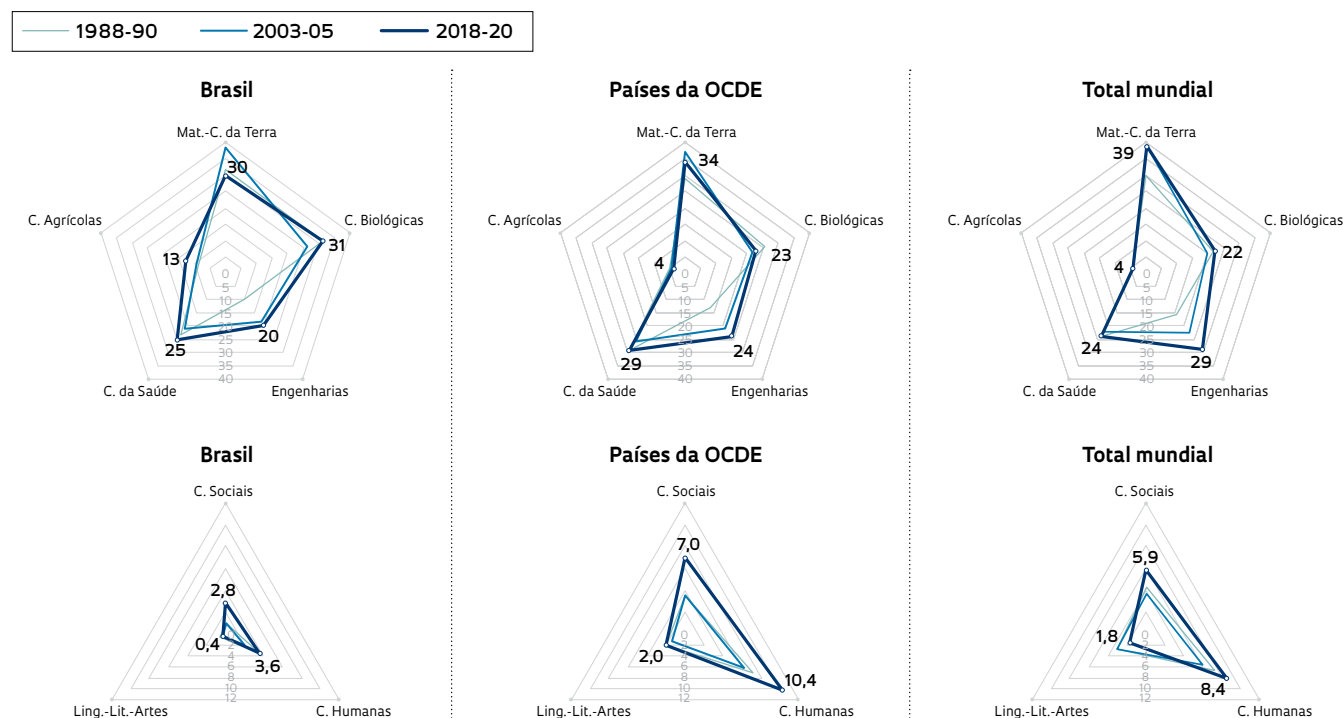
- ▶ A média trienal de publicações científicas¹ com pelo menos um autor sediado no Brasil passou de 3.010 no triênio 1988-90 para 17.769 em 2003-05 (+490%), e para 63.856 no último triênio (+259% sobre o triênio anterior, +2.021% sobre 1988-90)
- ▶ Para os países-membros da OCDE, a expansão foi de 212%, para o total mundial, de 252%, nas três décadas
- ▶ A participação brasileira passou de 0,46% para 2,80% do total mundial no período considerado

Publicações científicas^{1,2} por grandes áreas do conhecimento no Brasil, em países da OCDE e no mundo, em médias trienais (1988-90, 2003-05, 2018-20)

| | Brasil | | | Países da OCDE | | | Total mundial | | |
|------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| | 1988-90 | 2003-05 | 2018-20 | 1988-90 | 2003-05 | 2018-20 | 1988-90 | 2003-05 | 2018-20 |
| Mat.-C. da Terra | 1.066 | 7.484 | 19.907 | 145.774 | 349.737 | 495.840 | 210.402 | 461.789 | 868.023 |
| C. Biológicas | 1.052 | 5.106 | 20.305 | 127.322 | 202.044 | 325.470 | 154.745 | 230.675 | 493.850 |
| Engenharias | 319 | 3.529 | 12.845 | 64.135 | 193.241 | 346.560 | 113.099 | 267.821 | 649.186 |
| C. da Saúde | 773 | 4.064 | 16.432 | 145.186 | 239.616 | 423.370 | 173.202 | 263.679 | 546.311 |
| C. Agrícolas | 293 | 1.824 | 8.434 | 23.951 | 40.161 | 59.405 | 33.305 | 49.426 | 97.828 |
| C. Sociais | 28 | 182 | 1.863 | 17.712 | 31.905 | 101.629 | 29.238 | 42.496 | 131.297 |
| C. Humanas | 126 | 383 | 2.378 | 35.966 | 58.134 | 149.864 | 51.656 | 70.847 | 187.498 |
| Ling.-Lit.-Artes | 21 | 46 | 243 | 10.284 | 12.740 | 28.235 | 22.079 | 23.272 | 40.851 |
| Interdisciplinar | 7 | 10 | 162 | 1.864 | 702 | 3.557 | 4.752 | 1.526 | 5.581 |
| Total | 3.010 | 17.769 | 63.856 | 474.949 | 890.790 | 1.480.353 | 647.997 | 1.114.346 | 2.283.593 |

PARTICIPAÇÃO DAS ÁREAS^{2,3} MANTÉM PERFIL DIFERENCIADO EM RELAÇÃO A OUTROS PAÍSES

Participação (%)² das grandes áreas do conhecimento³ no total de publicações (Brasil, países da OCDE e mundo) em médias trienais (1988-90, 2003-05, 2018-20). Valores marcados para 2018-20



NOTAS (1) PUBLICAÇÕES INDEXADAS NAS BASES WEB OF SCIENCE/INCITES DOS TIPOS "ARTICLE", "PROCEEDINGS PAPER" E "REVIEW". (2) A SOMA DOS NÚMEROS DE PUBLICAÇÕES DAS ÁREAS PODE SER MAIOR DO QUE O TOTAL, POIS UMA PUBLICAÇÃO PODE SER CLASSIFICADA EM MAIS DE UMA GRANDE ÁREA. O MESMO VALE PARA AS PARTICIPAÇÕES, PODEM SOMAR MAIS DO QUE 100%. (3) FOI UTILIZADO O "SCHEMA" FAPESP PARA AS GRANDES ÁREAS. A ÁREA INTERDISCIPLINAR NÃO FOI INCLuíDA NOS GRÁFICOS POR APRESENTAR VALORES DE PARTICIPAÇÃO ABAIXO DE 1% AO LONGO DO PERÍODO CONSIDERADO, EM TODOS OS CASOS



Trabalhadores no sítio arqueológico de Aten, cidade da era do faraó Amenófis III

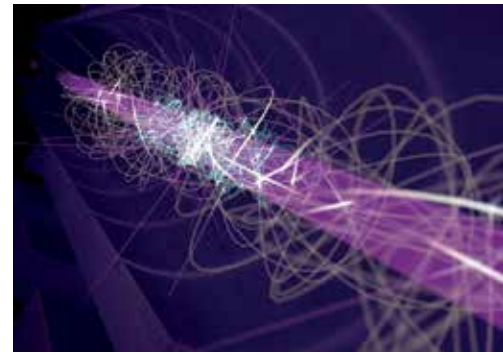
Uma cidade de 3 mil anos no Vale dos Reis

Arqueólogos e o governo egípcio anunciaram no início de abril a descoberta de uma cidade com mais de 3 mil anos de idade, a maior do Egito Antigo já desenterrada. Seus sinais começaram a surgir em setembro de 2020, durante escavações em uma área próxima a Luxor, a 500 quilômetros ao sul do Cairo, a capital do país, entre os templos mortuários dos reis Ramsés III e Amenófis III. A equipe do arqueólogo egípcio Zahi Hawass, ex-secretário-geral do Conselho Supremo de Antiguidades, buscava vestígios do templo mortuário de Tutancamon, nunca identificado, e acabou desenterrando uma cidade inteira, composta por três distritos, com ruas e edificações com paredes intactas, algumas de até 3 metros de altura. A cidade foi identificada como sendo Aten, fundada no reinado de Amenófis III (1391 a.C.-1353 a.C.), durante o Império Novo, período em que o domínio dos monarcas egípcios alcançou o seu auge. Aten possivelmente foi um dos principais centros administrativos e de produção do império, sendo habitada até o reinado de Tutancamon (1332 a.C.-1323 a.C.). Entre os achados na cidade estão uma padaria, com fornos e vasos de armazenamento intactos, além de um grupo de tumbas de pedra ainda lacradas, semelhantes às do Vale dos Reis.



Luz sobre a antimatéria

Pela primeira vez, pesquisadores do experimento Alpha, na Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (Cern), conseguiram resfriar átomos de antimatéria usando laser. O grupo, do qual participam físicos da Universidade Federal do Rio Janeiro (UFRJ), adaptou uma técnica adotada em experimentos com átomos e moléculas de matéria para trabalhar com antimatéria. No caso, foi usada sua forma mais simples: o anti-hidrogênio. Os átomos de anti-hidrogênio foram isolados e confinados por campos magnéticos e depois resfriados com laser. Assim, atingiram a temperatura mais baixa já alcançada para a antimatéria, cerca de 50 miliKelvin (*Nature*, 31 de março). A técnica deve permitir a realização de medições mais precisas da estrutura interna do anti-hidrogênio e de como ele se comporta sob a ação da gravidade.



2
Representação artística do movimento dos átomos de anti-hidrogênio antes (cinza) e depois (branco) do resfriamento

Mais dinheiro para a ciência nos Estados Unidos

O presidente dos Estados Unidos, Joe Biden, apresentou em abril sua primeira proposta de orçamento, para 2022. Falta detalhamento, mas o documento sinaliza um aumento expressivo do investimento público em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Praticamente todas as agências federais seriam contempladas, sobretudo as ligadas ao combate à Covid-19 e às mudanças climáticas. A peça prevê um aumento de 22,5% no orçamento dos Centros para Controle e Prevenção de Doenças (CDC), que, em 2022, contaria com US\$ 8,7 bilhões. Já a National Science Foundation, principal agência de fomento à ciência básica do país, receberia um reajuste de 20%, alcançando US\$ 10,2 bilhões. Para combater as mudanças climá-

ticas, Biden propôs um acréscimo de 10,2% nas verbas do Departamento de Energia, que contaria com US\$ 46,1 bilhões, e de 25,5% no orçamento da Administração Nacional Atmosférica e Oceânica (Noaa), que teria à disposição US\$ 6,9 bilhões. Os Institutos Nacionais de Saúde (NIH), principal centro de pesquisa biomédica no mundo, receberiam US\$ 51 bilhões (21,4% a mais que neste ano). A proposta ainda será discutida no Congresso, que tem a palavra final sobre o orçamento e define quanto cada agência receberá. A notícia, porém, foi recebida com alívio pela comunidade científica norte-americana, que vê uma mudança radical de postura da Casa Branca em relação aos investimentos em ciência e tecnologia.

Um computador quântico de uso privado

A Clínica Cleveland, nos Estados Unidos, será o primeiro cliente privado da IBM a ter um computador quântico próprio. Antes, a IBM só disponibilizava computação quântica em nuvem para empresas e centros de pesquisa. A computação clássica baseia-se no processamento de unidades de informação (bits), que podem assumir apenas um valor (0 ou 1) por vez. Já na computação quântica, as unidades de informação (qubits) podem ter infinitos valores entre 0 e 1 – inclusive o 0 e o 1 a um só tempo. Essa característica permite ao computador quântico realizar certos cálculos mais rapidamente que os supercomputadores atuais. A clínica deve usar o computador para pesquisas sobre patógenos e saúde humana.





Governador de São Paulo nomeia novo reitor da Unicamp

O engenheiro de alimentos Antonio José de Almeida Meirelles, conhecido como Tom Zé, foi nomeado reitor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) pelo governador de São Paulo, João Doria. A cerimônia de posse ocorreu em 19 de abril, no Palácio dos Bandeirantes. A chapa composta por Tom Zé e pela médica Maria Luiza Moretti, da Faculdade de Ciências Médicas da universidade, foi a primeira colocada, com 51,97% dos votos, no segundo turno da consulta para escolha do novo reitor, realizado em 24 e 25 de março. Tom Zé iniciou sua vida na

Unicamp como aluno de graduação no curso de engenharia de alimentos em 1976. Fez mestrado na mesma área na instituição e, em 1987, concluiu o doutorado em engenharia de processos na Universidade de Ciências Aplicadas de Merseburg, Alemanha. No mesmo ano, tornou-se professor da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. Obteve a livre-docência em 1995 e se tornou professor titular em 2007. Tom Zé comandará a universidade pelos próximos quatro anos em substituição ao físico Marcelo Knobel.



Superlotação em penitenciária de El Salvador, uma das razões do aumento dos casos de tuberculose

Tuberculose nos presídios

Os casos de tuberculose na população carcerária da América Latina aumentaram 269% entre 2011 e 2017, segundo estudo feito por um grupo internacional de pesquisadores, entre eles brasileiros da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). No trabalho, foram analisados os casos novos e as reinfeções ocorridas em penitenciárias de 19 países da região. O total de casos saltou de 538, em 2011, para 2.489, em 2017, nas prisões da América Central. Nas penitenciárias da América do Sul, pulou de 7.798 para 17.285 no período (*The Lancet*, 8 abril). No Brasil, o aumento foi de 45%. Embora o número relativo seja inferior ao de outros países, sua contribuição para o total de casos foi uma das maiores, já que abriga o maior número de encarcerados da América Latina. Os casos na região crescem desde 2000. A possível razão? Superlotação das celas, que costumam ser úmidas, escuras e pouco ventiladas, favorecendo a transmissão da doença.



Energia gerada por vibração

A geração de energia eólica por meio da vibração de uma haste vertical de fibra de carbono (*foto*) é a proposta inovadora que a startup espanhola Vortex Bladeless começa a testar neste ano. O sistema dispensa as enormes pás e os barulhentos rotores das turbinas eólicas convencionais, potencialmente reduzindo o impacto nas rotas migratórias de pássaros e no incômodo às comunidades vizinhas. A tecnologia utiliza o fenômeno denominado vortex shedding, descrito em 1911 pelo físico húngaro Theodore von Kármán (1981-1963). Basicamente, o fluxo do vento gera um padrão cíclico de vórtices e faz vibrar um dispositivo cilíndrico fixado no solo. A oscilação gera energia mecânica, que é transformada em eletricidade por meio de alternadores. O aparelho produz 30% da energia obtida com um aerogerador tradicional do mesmo porte. A Vortex testará 100 minigeradores de 85 centímetros e, se der certo, repetirá o experimento com o Vortex Tacoma, de 2,75 metros e potência de 100 watts. Os dois equipamentos foram projetados para instalação em tetos de galpões e prédios urbanos.

3

O pterossauro das árvores

Um fóssil com 160 milhões de anos descoberto em Liaoning, no nordeste da China, pertence a uma nova espécie de pterossauro, que vem despertando a curiosidade. Batizado de *Kunpengopterus antipollicatus*, o réptil voador tinha porte pequeno (cerca de 85 centímetros) e membros dianteiros que se assemelham às mãos de primatas, com dois dedos longos e um polegar opositor. Por causa dessa característica anatômica, acabou apelidado de “macacodáctilo” (dedos de macaco). Esse é o registro mais antigo de polegar opositor verdadeiro em pterossauros, uma adaptação típica de animais que vivem em árvores

e presente em primatas, roedores, marsupiais, pererecas e camaleões. Uma análise por tomografia do fóssil revelou ainda outros detalhes que confirmam os hábitos arborícolas do animal do Período Jurássico (*Current Biology*, 12 de abril). O trabalho da equipe internacional de paleontólogos foi liderado por Xuanyu Zhou, da Universidade de Geociências da China, e Rodrigo Pêgas, da Universidade Federal do ABC. A dupla identificou o fóssil, então recém-coletado, em uma visita ao Museu de Pterossauros de Beipiao, na China. “Logo notamos a importância do material e pedimos permissão para estudá-lo”, lembra o coautor brasileiro.



4

O mini-helicóptero Ingenuity pousa em teste realizado em 19 de abril

Voo bem-sucedido em Marte

Em 19 de abril, o mini-helicóptero Ingenuity (Engenhosidade), da Nasa, tornou-se a primeira aeronave projetada na Terra a fazer um voo controlado e com propulsão própria em outro planeta. Depois de precisar de reinstalação de software a distância, às 12h33 (horário de Marte) daquela segunda-feira, o Ingenuity ligou seus rotores, levantou voo e permaneceu estável no ar por 30 segundos, a cerca de 3 metros do solo, antes de pousar (*ver entrevista na página 74*).



5

NOTAS DA PANDEMIA



Imunidade superior

O estudo de amostras de sangue e tecido extraídas antes da pandemia de Covid-19 pode ajudar a explicar por que a doença é mais grave e mais comum em adultos do que em crianças. A equipe liderada por Scott Boyd, da Escola de Medicina da Universidade Stanford, Estados Unidos, analisou 12 amostras de tecido de cordão umbilical e de sangue de 93 crianças de 1 a 3 anos de idade, bem como amostras de sangue de 114 adultos de várias idades, além de oito amostras de sangue e de tecidos de oito adultos falecidos (*Science*, 12 de abril). Analisando as amostras, a equipe testou a capacidade das células do sistema imune do tipo linfócito B de reconhecer uma série de patógenos. Descobriram uma frequência muito maior de linfócitos B capazes de reagir ao vírus Sars-CoV-2 nas amostras infantis. Os pesquisadores supõem que a exposição recente das crianças a outras espécies de coronavírus permite que o sistema imune delas identifique melhor o Sars-Cov-2, enquanto os linfócitos B dos adultos já teriam perdido a capacidade de lidar com esse tipo de infecção.

1

Duas vacinas evitam infecção por Sars-CoV-2

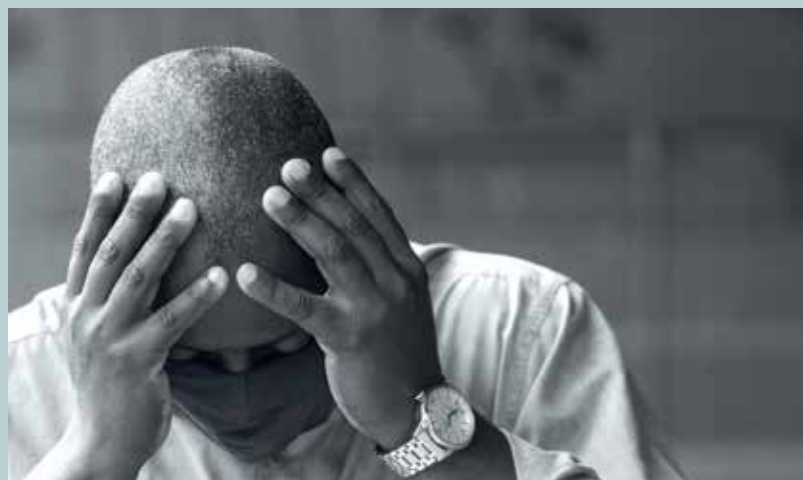
Em um estudo com cerca de 4 mil pessoas com alto risco de contrair Covid-19, incluindo profissionais de saúde, policiais e bombeiros, os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos verificaram que as vacinas da Pfizer-BioNTech e da Moderna são 80% eficazes na prevenção de infecções pelo vírus Sars-Cov-2 após a primeira dose e 90% após a segunda (*Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2 de abril). Esse é um dos primeiros estudos a estimar a eficácia das vacinas em evitar a infecção, e não apenas em proteger contra o desenvolvimento de casos sintomáticos de Covid-19, como tem sido feito nos testes clínicos. Ao comentar os resultados ao jornal norte-americano *The Washington Post*, a diretora dos CDC, Rochelle Walensky, disse que o estudo mostra que a vacinação nos Estados Unidos está realmente funcionando. Em um teste com 2.260 participantes ainda não revisado por especialistas externos, a vacina da Pfizer-BioNTech também se mostrou eficaz em evitar a Covid-19 em crianças e adolescentes de 12 a 15 anos. Não se registrou nenhum efeito colateral sério. Ocorreram 18 casos de infecção sintomática no grupo placebo e nenhum entre os que receberam vacina (*New York Times*, 31 de março).

A importância da resposta celular contra o coronavírus

O combate à infecção pelo Sars-CoV-2 não depende apenas da ação de anticorpos, proteínas que aderem à superfície do vírus e o impedem de entrar nas células ou o marcam para serem destruídos. O controle viral efetivo parece ser exercido em boa medida pelos linfócitos T, células do sistema imune capazes de eliminar as células nas quais o coronavírus se instala. Um grupo de pesquisadores coordenado pelos imunologistas Edécio Cunha Neto e Jorge Kalil Filho, ambos da Universidade de São Paulo (USP), e pela geneticista Mayana Zatz, também da USP, verificou a importância da ação dos linfócitos T em um pequeno estudo feito com dois pares de gêmeos idênticos, todos infectados pelo menos uma vez pelo novo coronavírus. Gêmeos idênticos deveriam produzir uma resposta imune semelhante, uma vez que compartilham genes iguais. Mas não foi assim. Em uma das duplas, um indivíduo teve Covid-19 uma segunda vez, com maior gravidade – provavelmente foi uma reinfecção, embora não seja possível eliminar a possibilidade de que o vírus tenha permanecido no organismo. Analisando a resposta imunológica dos quatro participantes, os pesquisadores verificaram que os linfócitos T da pessoa que adoeceu pela segunda vez (uma profissional da área da saúde) apresentaram um desempenho pior do que os dos outros participantes (*medRxiv*, 28 de março). “Nosso trabalho sugere que a resposta imune eficaz de linfócitos T específicos contra o Sars-CoV-2 é chave para o controle viral completo e para evitar a reincidência da infecção ou a persistência do vírus”, escreveram os autores.

FOTOS: 1 CHRIS HELGREN / REUTERS / FOTARENA 2 LEO RAMOS CHAVES 3 SOUMYABRATA ROY / NURPHOTO VIA GETTY IMAGES

As consequências da Covid-19, meses depois



Os efeitos de longo prazo da Covid-19 tornam-se mais claros. Pesquisadores da Universidade de Oxford, no Reino Unido, examinaram a ocorrência de 14 distúrbios neurológicos ou psiquiátricos em 236.379 pessoas seis meses após a confirmação do diagnóstico da Covid-19. A taxa de prevalência de qualquer um dos problemas foi de 33,62% e de 46,42%, respectivamente, entre os que passaram por tratamento em unidades de terapia intensiva. Os distúrbios psiquiátricos mais comuns foram ansiedade (17%), transtornos de humor (14%), abuso de substâncias (7%) e insônia (5%); entre as doenças neurológicas, acidente vascular cerebral (2,1%), demência (0,7%) e hemorragia cerebral (0,6%) (*Lancet Psychiatry*, 6 de abril). Outro estudo de pesquisadores britânicos, com 47.780 pessoas que tiveram Covid-19, registrou taxas maiores que na população em geral também de disfunção múltipla de órgãos, em todas as faixas de idade. Depois de uma média de 140 dias após o diagnóstico de Covid-19, 30% dos indivíduos tiveram de ser novamente hospitalizados e 12% deles morreram. As taxas de doença respiratória, diabetes e doença cardiovascular foram, respectivamente, de 770, 127 e 126 para cada grupo de mil pessoas (*British Medical Journal*, 15 de março).



Novas pistas sobre os coágulos associados à vacina da AstraZeneca

Avançou-se um passo no sentido de explicar o mecanismo pelo qual a vacina desenvolvida pela Universidade de Oxford com a farmacêutica anglo-sueca AstraZeneca pode levar, em casos muito raros, à formação de coágulos em vasos sanguíneos. Esse fenômeno resultaria de uma resposta imune semelhante à trombocitopenia induzida por heparina, um tipo raro de trombose observada em pacientes tratados com o anticoagulante heparina. Embora o uso de heparina favoreça o sangramento (e não a formação de trombos), nessa síndrome o anticoagulante estimula a produção de anticorpos que

aderem às plaquetas, que, mesmo em número reduzido, disparam a hipercoagulação. Andreas Greinacher, da Universidade de Greifswald, na Alemanha, e colaboradores analisaram 11 pacientes (9 deles mulheres) com idade média de 36 anos. Todos tomaram a vacina AstraZeneca e desenvolveram trombos, acompanhados da diminuição das plaquetas. Seis morreram. Os 11 apresentavam anticorpos contra o fator plaquetário 4 no sangue, observado na trombocitopenia induzida por heparina, embora nenhum deles tenha tomado o medicamento (*New England Journal of Medicine*, 9 de abril).

CAPA

APRENDIZADO EM RISCO

Em 2020, 170 milhões de alunos foram afetados pelo fechamento de escolas na América Latina e Caribe

Fechamento prolongado de escolas e acesso desigual a ensino remoto elevam evasão de alunos e causam defasagem na aquisição de conhecimento

Christina Queiroz

Com escolas fechadas por mais tempo do que a média latino-americana e oferta irregular de ensino remoto, a educação básica brasileira vive um momento crucial, que pode aprofundar dificuldades históricas envolvendo evasão, defasagem e desigualdade de aprendizagem. Publicadas recentemente, pesquisas na área de economia da educação procuram mensurar o impacto da pandemia, especialmente sobre os matriculados na rede pública. Análises do Banco Mundial desenvolvidas para tratar das consequências da Covid-19 no setor de educação indicam que dois em cada três estudantes da América Latina e Caribe podem chegar aos 10 anos de idade sem conseguir ler textos simples, enquanto o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) estima que cerca de 4 milhões de crianças abandonaram os estudos no Brasil no último ano. Para reverter esse cenário, pesquisadores chamam a atenção para a necessidade de investimentos em recursos tecnológicos e no suporte às instituições de ensino, para o estabelecimento de protocolos de segurança, no momento do retorno presencial.

No ano passado, na América Latina e Caribe, cerca de 170 milhões de alunos foram afetados pelo fechamento de escolas por um período médio de 160 dias. Considerando os reflexos da pandemia da Covid-19 na educação até o início de 2021, a região pode registrar o segundo maior aumento de pobreza de aprendizagem do mundo, com um crescimento de 20 pontos percentuais, segundo estudo do Banco Mundial, divulgado em março. “Utilizamos a mesma ideia de linha de pobreza monetária, que estabelece o valor mínimo diário para uma pessoa sobreviver, para criar medidas de pobreza de aprendizagem”, explica um dos autores da pesquisa, o economista gaúcho Ildo Lautharte. Segundo ele, crianças que chegam aos 10 anos sem conseguir ler um parágrafo adaptado à idade são consideradas pobres de aprendizagem e podem sofrer as consequências dessa condição em todo o processo escolar, na medida em que “o domínio da língua portuguesa funciona como um andaime a partir do qual todas as outras disciplinas se desenvolvem”.

Com reflexão similar, o economista André Portela, da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-Eesp), avalia que crianças de 6 anos, em fase de alfabetização, tendem a ser um dos grupos mais prejudicados. “Com 7 ou 8 anos, a criança consolida a aprendizagem da alfabetização, que iniciou aos 6, de forma que os prejuízos se acumulam”, avalia. Lautharte lembra que atualmente o percentual de crianças incapazes de ler e compreender um texto simples, ao término do ensino fundamental I, já é alto, de 51%, na região. Com o fechamento de escolas públicas pelo período equivalente a 70% do ano letivo, essa parcela pode subir para 62,5%, o que representa mais 7,6 milhões de jovens com déficit de aprendizagem. O economista explica que, antes da pandemia, eram cerca de 70 milhões as crianças na linha de pobreza de aprendizagem.

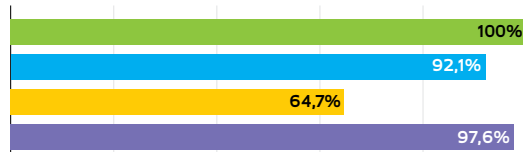
As análises do Banco Mundial também indicam que América Latina e Caribe podem apresentar o maior crescimento absoluto na parcela de alunos abaixo dos níveis mínimos de proficiência no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), estudo comparativo realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Considerando o fechamento de escolas pelo período de 10 meses e a eficácia moderada de estratégias de ensino a distância, quando puderam ser aplicadas, a parcela de estudantes abaixo dos patamares mínimos de proficiência estabelecidos pelo Pisa pode subir dos atuais 55% para 71%. Alunos pobres tendem a ser os mais afetados. Isso significa que aos 15 anos de idade, estudantes do quintil superior da distribuição de renda podem apresentar, em média, uma diferença de quase três anos letivos na aprendizagem, se comparados aos mais pobres. “No Brasil, a efetividade do ensino a distância tem variado conforme o aluno, a região, o estado ou a cidade”, observa Lautharte. De acordo com ele, o acesso desigual ao ensino remoto também deverá resultar no aumento das diferenças de aprendizagem entre alunos matriculados nos mesmos anos escolares. “Muitos estudantes brasileiros não detêm conhecimento adequado ao ano que cursam. Por exemplo, alguns alunos concluem o 9º ano com o nível de aprendizagem desejado para o 7º ano”, in-

RECURSOS TECNOLÓGICOS

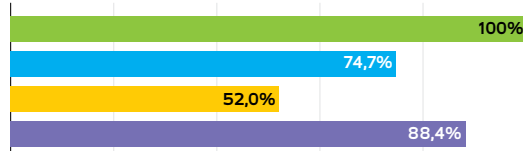
Censo de 2020 mapeou infraestrutura existente em escolas federais, estaduais e municipais

■ Federal (46) ■ Estadual (22.005)
■ Municipal (78.046) ■ Privada (24.743)

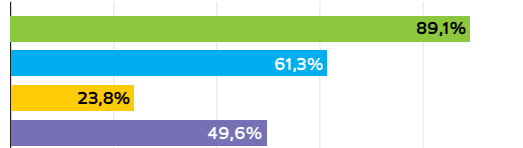
Internet



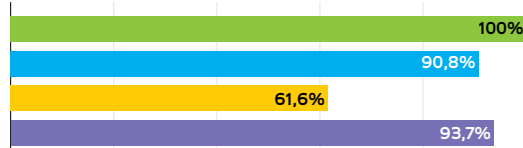
Internet banda larga



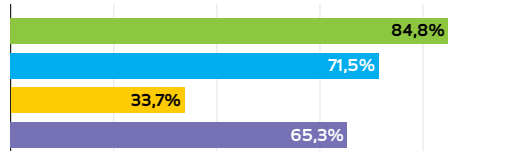
Internet para alunos



Internet para uso administrativo



Internet para ensino e aprendizagem



FONTE: INEP/CENSO ESCOLAR 2020

forma. Isso significa que, no contexto da pandemia, os professores precisam estar ainda mais preparados para lidar com o desnível dentro das turmas.

A pesquisa do Banco Mundial utilizou informações sobre o desempenho do Brasil no Pisa e das escolas no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) do Ministério da Educação (MEC), o Saeb aplica avaliações em larga escala nas escolas públicas do país – a adesão de instituições particulares é voluntária. O estudo também considerou a situação de crianças e jovens fora da escola, a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). “Esses indivíduos tampouco conseguem atingir os níveis mínimos de proficiência, de forma que nossas estimativas refletem os impactos da evasão no cenário da aprendizagem”, detalha Lautharte. Com a perspectiva de que o abandono escolar pode subir 15 pontos percentuais neste ano, o economista lembra que as mudanças de ciclo, ou seja, do ensino fundamental I para o II e do ensino fundamental II para o ensino médio, constituem momentos em que a evasão costuma dar saltos, quando até 25% dos estudantes podem deixar as salas de aula. “Ferramentas simples, como questionários que mensuram o nível socioeconômico da família ou as dificuldades enfrentadas para frequentar a escola, podem ajudar a identificar os alunos com maior probabilidade de abandonar os estudos”, observa.

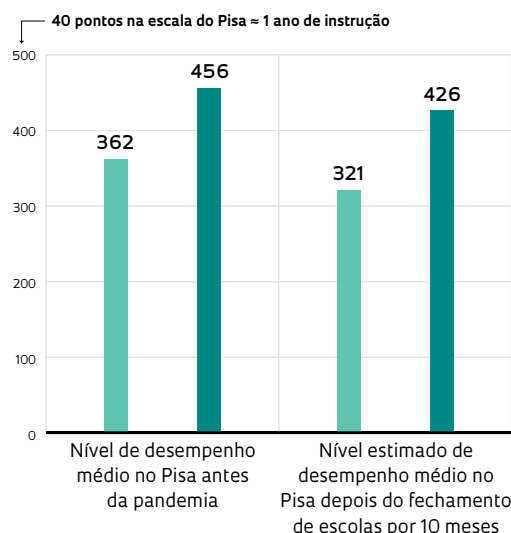
Antes da pandemia, 1,3 milhão de crianças e adolescentes brasileiros em idade escolar não estava matriculado em instituições de ensino. Com a chegada da Covid-19, levantamento do Unicef a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) calcula que outros mais de 4 milhões de meninos e meninas deixaram de estudar. Ítalo Dutra, chefe de educação do Unicef no Brasil, afirma que a exclusão atinge com mais intensidade pretos, pardos e indígenas e populações



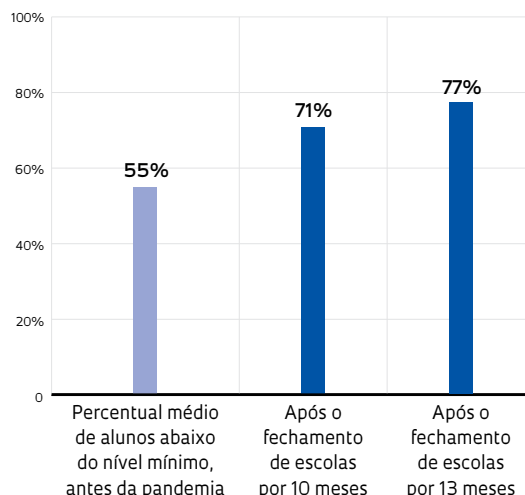
REFLEXOS DA PANDEMIA NA AMÉRICA LATINA E CARIBE

Gráfico simula impacto em leitura entre estudantes ricos e pobres

■ 20% mais pobres ■ 20% mais ricos



Simulação dos efeitos da pandemia no universo de estudantes abaixo do nível mínimo de proficiência



FONTE AGINDO AGORA PARA PROTEGER O CAPITAL HUMANO DE NOSSAS CRIANÇAS – OS CUSTOS E A RESPOSTA AO IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NO SETOR DE EDUCAÇÃO NA AMÉRICA LATINA E CARIBE/BANCO MUNDIAL/2021

do Norte e Nordeste do país, além de grupos de nível socioeconômico baixo. “É preciso desenvolver mecanismos de busca ativa dos estudantes que se evadiram”, alerta, mencionando plataforma criada pelo fundo para apoiar gestores na empreitada.

As redes de ensino precisam estar preparadas para receber estudantes presencialmente, assim que a pandemia for controlada, defende Dutra. Ele sustenta que é preciso reduzir as curvas de casos e mortes no país, antes de reabrir as escolas. Divulgado em setembro de 2020, relatório da OCDE mostra que países com piores níveis de escolaridade são aqueles que, em geral, mantiveram as escolas fechadas por mais tempo. Já o levantamento da consultoria Vozes da Educação, elaborado com apoio da Fundação Lemann e do fundo Imaginable Futures, mostra que se nações como Alemanha, Reino Unido, Dinamarca, Singapura e França suspenderam as atividades presenciais por cerca de 90 dias, no Brasil, entre março de 2020 e janeiro de 2021, foram 267 os dias de interrupção.

Para simular em que medida o fechamento de escolas afeta a aprendizagem, a Fundação Lemann encomendou um estudo ao Centro de Aprendizagem em Avaliação e Resultados para o Brasil e a África Lusófona (Clear), vinculado à FGV-Eesp. Coordenador do trabalho, divulgado em abril, Portela diz que as análises tomaram por base a escala de aprendizagem do Saeb. Em cada ano escolar, a aprendizagem do estudante em português e matemática nos anos finais do ensino fundamental equivale a um ganho de 11 a 12 pontos na escala. O estudo também consi-

derou os resultados de pesquisas que mensuraram impactos do fechamento em outros contextos. Uma delas analisou a situação de estudantes durante o surto de H1N1 no estado de São Paulo, em 2009, quando 13 municípios decidiram adiar em duas ou três semanas o retorno das aulas presenciais, após as férias de julho. “Com base em dados da Prova Brasil, avaliação em larga escala dos estudantes brasileiros que a partir de 2019 passou a se chamar Saeb, a pesquisa concluiu que as instituições que tiveram de adiar o retorno presencial para amenizar o risco sanitário trazido pelo surto de H1N1 apresentaram um desempenho de 5% a 10% pior, se comparadas com as demais escolas”, conta Portela.

Segundo o economista da FGV-Eesp, para conhecer as possibilidades de acesso dos estudantes brasileiros ao ensino remoto, a pesquisa também considerou as respostas da Pnad Covid-19, do IBGE. Foi possível identificar se as instituições estavam oferecendo atividades remotas e se crianças e jovens acompanharam as aulas de casa. A partir daí, a FGV criou um indicador de mitigação de perda de aprendizagem para simular cenários. No pior deles, em que o acesso ao ensino remoto é precário ou inexistente, a pandemia pode fazer com que o nível de conhecimento dos estudantes na etapa final do ensino fundamental retroceda quatro anos em língua portuguesa e três anos em matemática, conforme a escala de aprendizagem do Saeb. “Atividades pedagógicas a distância, mesmo com suas limitações, são fundamentais para amenizar esse panorama”, defende Portela.

Jovem durante aula, em escola de São Paulo: redes de ensino precisam estar preparadas para receber estudantes



A pesquisa do Banco Mundial também analisou como o cenário de defasagem na aprendizagem tende a causar perdas econômicas. Com 10 meses de escolas fechadas e os consequentes impactos negativos nos níveis de conhecimento, o estudo estima que a região da América Latina e Caribe deve deixar de ganhar cerca de US\$ 1,7 trilhão, em valores de 2017. Lautharte esclarece que o valor foi calculado a partir de simulações feitas com modelos estatísticos, que preveem quanto cada ano de escolaridade impacta na produtividade do indivíduo. “Aferimos que a pessoa que conclui o ensino médio agrega US\$ 2 mil em sua renda anual, comparando com uma situação em que ela deixou de estudar no ensino fundamental e foi direto para o mercado de trabalho”, relaciona o economista.

Considerando esse panorama, para Portela, um grupo que merece atenção são os jovens que estão fazendo a transição da escola para o mercado de

trabalho. “A literatura mostra que quando essa passagem ocorre em momentos de economia aquecida, essas pessoas apresentam trajetórias profissionais mais exitosas, com melhores rendas e empregos, ao longo de toda sua vida, enquanto em períodos de crise e recessão as dificuldades de inserção no mercado laboral no longo prazo são maiores”, compara.

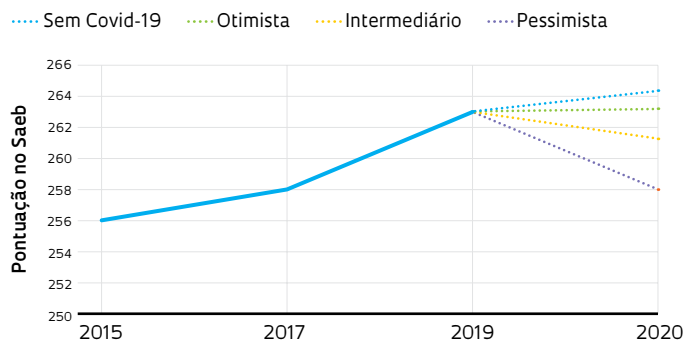
No Brasil, as dificuldades de aprendizagem são anteriores à pandemia. Mozart Neves Ramos, titular da cátedra Sérgio Henrique Ferreira do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP), em Ribeirão Preto, e integrante do Conselho Superior da FAPESP, observa que desde 2003 o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) vinha crescendo, em diferentes municípios, especialmente nos anos iniciais do ensino fundamental. O Ideb é calculado a partir dos resultados do Saeb, considerados os dados de fluxo escolar fornecidos pelo Censo Escolar. No

Aluna faz a tarefa de casa com a mãe e os primos, na cidade de Camaragibe, em Pernambuco

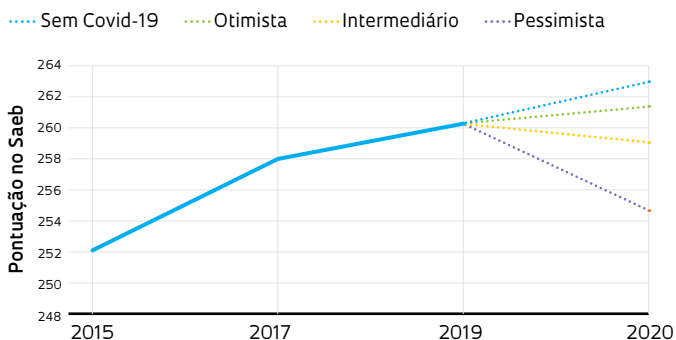
DEFASAGEM NO BRASIL

Gráficos estimam, em três cenários distintos, perdas na aprendizagem no final do ensino fundamental. No pior deles, a proficiência em língua portuguesa retrocederia quatro anos; em matemática, três anos

Matemática



Português



FONTES: CLEAR/FGV/EESP/CENTRO DE APRENDIZAGEM EM AVALIAÇÃO E RESULTADOS PARA O BRASIL E A ÁFRICA LUSÓFONA

entanto, na última edição, divulgada no segundo semestre de 2020 com dados do ano anterior, os resultados estagnaram – o índice vai de 0 a 10. “Cidades com Ideb alto, de 6 ou 6,5, registraram quedas ou estacionaram seus números. Apenas aquelas com desempenho muito baixo obtiveram melhorias”, informa. Além disso, a última edição do índice mostra que apesar de a média de desempenho de jovens do ensino médio ter melhorado em todos os estados, 95% dos alunos da rede pública concluem a educação básica sem conhecimentos adequados em matemática, enquanto o percentual equivalente em língua portuguesa é de 69%.

Ao considerar que neste ano a oferta de conteúdo tende a acontecer principalmente por meio do ensino remoto, Ramos lamenta a inexistência de um plano nacional para aumentar a conectividade de escolas, professores e alunos. Por outro lado, ele menciona as experiências das redes públicas de São Paulo e do Paraná, que ofereceram aulas síncronas por intermédio de centros de mídia e aplicativos pedagógicos a partir de parcerias com operadoras de telecomunicação. No caso de São Paulo, aulas também têm sido transmitidas pela TV Cultura. “Mesmo assim, quase 1 milhão de crianças e jovens do estado mais rico da federação permaneceu sem acesso a atividades remotas. O problema atingiu principalmente populações que vivem em bolsões de pobreza, sem acesso a conectividade e a dispositivos eletrônicos, como computador ou telefone celular”, afirma.

Diferentemente das escolas públicas, Ramos observa que as instituições particulares puderam se adaptar rapidamente ao ensino remoto, em decorrência de suas condições financeiras e dos níveis

socioeconômicos dos estudantes. “Por outro lado, essas instituições têm sofrido impactos orçamentários, por conta dos custos elevados da oferta de novas metodologias e tecnologias de ensino a distância, além da perda de alunos”, comenta. No país, as escolas particulares respondem por 20% das matrículas e as públicas por 80%.

Apesar de o MEC ter anunciado a intenção de cancelar a edição de 2021 do Saeb, um dos pontos de partida defendido pelos pesquisadores para a elaboração de estratégias que amenizem os déficits de aprendizagem envolve justamente a realização de uma avaliação em larga escala no país. “Os resultados do Saeb podem funcionar como base para que as coordenadorias pedagógicas organizem o processo de recuperação de conteúdo”, avalia Portela. José Francisco Soares, professor emérito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), defende que o Saeb inclua itens que permitam identificar como estudantes e escolas têm funcionado, durante a pandemia. “O Saeb deve levar algo para as instituições de ensino, não apenas registrar e coletar informações”, sustenta Soares, que foi presidente do Inep entre 2014 e 2016. Com proposição similar, a socióloga Maria Teresa Gonzaga Alves, da UFMG, defende a criação de metodologias para análises que permitam fazer diagnósticos mais precisos sobre a educação em tempos de pandemia. “O Saeb abarca exames de múltipla escolha. Na situação atual, o mais adequado seria, por exemplo, elaborar testes para medir a capacidade de escrita por amostragem, de forma que seja possível identificar como o aluno está organizando seu raciocínio, algo que provas de múltipla escolha não captam”, sugere Alves. ■

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

Abaixo, criança em casa e professora em escola participam de aulas on-line, em São Paulo



2



3



EM BUSCA DE APERFEIÇOAMENTO

Investimento em formação docente e intercâmbio de conhecimento entre escolas contribuem para melhorar o desempenho dos alunos

Três estudos recentes identificaram elementos que trazem consequências positivas ao desempenho de escolas da rede pública. Para além de questões envolvendo maior acesso a recursos financeiros, a colaboração entre instituições, investimentos constantes na qualificação de professores e o uso de avaliações externas para planejar estratégias de melhoria figuram entre os achados comuns das análises, que envolveram municípios brasileiros de médio porte, como a cidade de Ribeirão Preto (SP), e o estado do Ceará. Abrangendo cidades médias brasileiras, com população entre 100 mil e 500 mil habitantes, o estudo dos economistas Ricardo Paes de Barros e Laura Müller Machado, do Insper, feito sob en-

Estudo indica que a riqueza, por si só, não explica bons resultados educacionais em municípios de médio porte

comenda da cátedra Sérgio Henrique Ferreira, do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP), em Ribeirão Preto, constatou que escolas de municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) alto apresentam diferenças de até 1,3 ponto nas notas do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que vão de 0 a 10. “Porém a riqueza por si só não justifica bons resultados educacionais”, afirma Barros.

Em relação a fatores externos à escola, que influenciam positivamente o Ideb, Barros explica que cidades médias costumam ter a educação como foco, diferentemente das maiores, em que ela pode ficar dispersa entre outras prioridades. “Nos municípios de médio porte, o *status* social do professor é maior e há mais proximidade cotidiana entre os alunos, que se estimulam mutuamente”, comenta Barros. Embora isso também ocorra nos municípios pequenos, os médios ganham em economia de escala. “Neles, as instituições são maiores e é possível oferecer trilhas educacionais variadas”, avalia o economista. A pesquisa também constatou que a quantidade de adultos com nível superior residente nas cidades contribui para a obtenção de resultados positivos no Ideb. “A ampla existência de pessoas graduadas expande a disponibilidade de professores para atuar nas escolas e aumenta a pressão da sociedade por bons resultados educacionais.”

Ao comparar os resultados de Sobral (CE) e Itabuna (BA), ambas com cerca de 300 mil habitantes, mas que registraram Ideb de 8,5 e 4, respectivamente, o economista do Insper identifica na cooperação com a rede estadual o fator que faz a diferença. “No Brasil, o estado do Ceará e a cidade de Sobral são modelos de redução da pobreza de aprendizagem. As melhorias resultam de um pacote abrangente de reformas na educação”, afirma o economista Andre Loureiro, do Banco Mundial. Um dos coordenadores de estudo que investigou as estratégias adotadas pelo Ceará para melhorar seus níveis educacionais, Loureiro conta que há 20 anos o estado apresentava baixos níveis de alfabetização, mas melhorou a qualidade do sistema por meio de mudanças na distribuição do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para os municípios. Cidades com progressão nas metas educacionais, em saúde e meio ambiente passaram a receber mais recursos do tributo, repassados pelo estado.

“As escolas também recebem apoio técnico do estado para programas de alfabetização, além de recompensas pela colaboração com instituições que apresentam desempenho negativo”, detalha Loureiro. Monitoramentos dos resultados educacionais, que balizam as estratégias pedagógicas adotadas em anos posteriores, e o

apoio para qualificação docente também fazem parte das iniciativas. Hoje, 10 dos 184 municípios do Ceará figuram entre os 20 primeiros no ranking do Ideb, incluindo Sobral, com a maior pontuação do país. O economista conta que, atualmente, o Banco Mundial trabalha para disseminar o modelo cearense para outras regiões do Brasil e do mundo.

A pesquisa feita por Barros também investigou causas internas que impactam os resultados do Ideb. Uma das principais é a formação docente. “Ter professores com boa qualificação é importante, o que chamamos de pedagogia cristalizada, mas o que denominamos pedagogia em ação influencia muito mais”, afirma Barros, ao citar a participação constante dos docentes em atividades de formação e o diálogo com outros profissionais. “Escolas com professores bem formados, que investem em pedagogia em ação registram impactos de 1,6 no Ideb, como é o caso de Apucarana [PR]”, informa. Em instituições com conselhos de classe ativos, o impacto no Ideb pode chegar a 0,9, conforme a pesquisa. Já naquelas em que a gestão escolar tem foco pedagógico e que usam avaliações externas de alunos para adotar melhorias apresentam vantagens de 1 ponto no Ideb, enquanto a existência de infraestrutura, como bibliotecas, laboratórios e salas arejadas, traz impacto de 0,9 ponto no índice.

Outro estudo, desenvolvido neste ano por pesquisadores da USP, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Tiradentes (Unit), de Sergipe, avaliou o desempenho escolar e as causas da heterogeneidade entre escolas municipais de ensino fundamental de Ribeirão Preto. Coordenada por Mozart Neves Ramos, a pesquisa constatou que para reduzir diferenças de aprendizagem no 5º ano, a Secretaria Municipal de Educação deveria fomentar a colaboração entre escolas de melhor desempenho com aquelas que apresentam piores resultados em todos os anos do primeiro ciclo do ensino fundamental. O intercâmbio de conhecimento entre instituições também foi apontado como um dos aspectos que viabilizaram melhorias na educação do Ceará, de acordo com a pesquisa do Banco Mundial. Para aprimorar o desempenho no 9º ano, a estratégia seria outra: ampliar os investimentos em formação docente em matemática. “Com seus mais de 5 mil municípios, o Brasil é um laboratório a céu aberto na busca pela melhoria da educação. O momento atual de pandemia é desafiador, mas traz oportunidades de reformas, em todo o sistema”, conclui Ildo Lautharte, do Banco Mundial. ■

Christina Queiroz

QUEBRA DE PATENTES EM DEBATE



A organização Médicos sem Fronteiras pede a renúncia a patentes de vacinas contra a Covid-19 na frente do prédio da OMC, em Genebra

Para ter resultados efetivos, a suspensão dos direitos de propriedade intelectual das vacinas exige a superação de barreiras tecnológicas e produtivas

Domingos Zapparoli

O ritmo lento da vacinação contra Covid-19 no mundo, principalmente em países de renda baixa e média, trouxe à tona a discussão sobre a quebra de patente desses imunizantes. A suspensão dos direitos de propriedade intelectual de um produto farmacêutico é sempre um tema polêmico que gera debates acalorados, mas cujos efeitos práticos ficam normalmente relegados a um segundo plano do embate público.

No caso das vacinas para combater o vírus Sars-CoV-2, sustentam especialistas, barreiras institucionais, tecnológicas e produtivas precisariam ser superadas para que um eventual licenciamento compulsório se traduzisse em aumento efetivo da produção e ampliação de sua oferta. O primeiro dos obstáculos é político. Em outubro de 2020, Índia e África do Sul solicitaram à Organização Mundial do Comércio (OMC) que a instituição recomendasse uma dispensa temporária dos direitos de propriedade intelectual de medicamentos e vacinas usados para a Covid-19. A Organização Mundial da Saúde (OMS) e mais de 100 países de médio ou baixo desenvolvimento apoiaram a iniciativa. O Brasil foi voz dissonante nesse grupo e se aliou às nações ricas, contrárias à medida. As discussões prosseguem.

Os países podem optar por atitudes isoladas, mas uma ação conjunta, com o apoio da OMC, aumenta o poder de negociação. O Tratado sobre

os Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio, conhecido como TRIPS, da OMC, prevê que, antes que um país ou um conjunto de países decretem a licença compulsória de uma patente, os proponentes devem estabelecer uma tentativa de negociação com o titular da propriedade intelectual. Havendo acordo, fixa-se uma renúncia dos direitos por tempo determinado.

“Uma solução diplomática conjunta com vários países ou junto à OMS permite aos proponentes negociar melhores condições comerciais, cooperação produtiva e transferência de tecnologia”, resume a farmacêutica-bioquímica Soraya Soubhi Smaili, reitora da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Caso não haja acordo, um licenciamento compulsório unilateral obriga o país proponente a estabelecer os meios de obter o produto. Para isso, é preciso ter capacidade tecnológica e produtiva ou fornecedores internacionais de produtos genéricos disponíveis.

No passado, o Brasil trilhou os dois caminhos a fim de obter medicamentos para tratar pacientes infectados pela Aids. Em 2001, o então ministro da Saúde José Serra iniciou o processo de quebra de patentes das drogas Efavirenz e Nelfinavir, pertencentes a Merck Sharp & Dohme e Roche, respectivamente. As empresas se dispuseram a um acordo e reduziram os preços dos produtos temporariamente. Em 2007, o ministro da Saúde José Gomes Temporão não chegou a um acordo com a Merck e efetivou a quebra de patente do Efavirenz.



A situação atual, entretanto, é bem mais complexa. Em 2001 e 2007, a capacidade produtiva global dos medicamentos contra Aids era maior que a demanda. Hoje a produção de vacinas contra Covid-19 é inferior à demanda. Com isso, não há de onde importar insumos.

No Brasil são três os laboratórios capazes de fabricar vacinas: o Instituto Butantan, em São Paulo, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, e a Fundação Ezequiel Dias (Funed), vinculada à Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais. A Funed tem capacidade produtiva limitada, a Fiocruz já está comprometida com o imunizante do consórcio multinacional Oxford/AstraZeneca e o Butantan com a CoronaVac, da chinesa Sinovac. O estabelecimento de novas capacidades produtivas no Brasil demandaria, segundo especialistas, investimentos públicos significativos e levaria tempo até ser concluída. A construção da nova fábrica do Butantan para produzir a CoronaVac foi iniciada em novembro de 2020 e só está prevista para ser concluída em outubro, após investimentos estimados em R\$ 180 milhões.

Em manifestações públicas recentes no Senado Federal, Dimas Covas, diretor do Instituto Butantan, e Nísia Trindade Lima, presidente da Fiocruz, confirmaram que as respectivas instituições não dispõem de infraestrutura capaz de absorver novas rotas de fabricação e gerar um acesso mais rápido às vacinas em caso de uma quebra de patentes. No setor privado, nenhum laboratório farmacêutico instalado no país detém *know-how* tecnológico para produzir imunizantes e as empresas que produzem vacinas veterinárias precisariam ter seus processos fabris muito aprimorados para atender às rígidas exigências de segurança sanitárias para a produção de inoculantes humanos.

Apesar do contexto desfavorável, Smaili defende uma mudança de posição do Brasil na OMC e o apoio à iniciativa da Índia e África do Sul de licenciamento das patentes dos imunizantes contra Covid-19. A Índia, por sinal, poderá se beneficiar de eventual quebra de patentes, uma vez que detém estrutura produtiva e está, inclusive, exportando vacinas.

A flexibilização global das patentes poderia gerar investimentos internacionais em novas capacida-

des produtivas e elevar a oferta global de vacinas, facilitando o acesso do Brasil ao produto. Além disso, aumentaria a possibilidade de fabricação em mais países, além do Brasil. Isso aconteceu, em alguma medida, quando da quebra de patentes de medicamentos para o tratamento da Aids no Brasil e na Índia na primeira década deste século.

A ação a favor da suspensão dos direitos de propriedade intelectual das vacinas contra Covid-19 ganha importância diante de um provável cenário de imunização periódica da população nos próximos anos. “É uma importante carta na mesa, capaz de aumentar consideravelmente o poder de barganha dos países emergentes nas negociações internacionais para obter acesso às vacinas”, diz a pesquisadora da Unifesp.

Segundo Smaili, se a medida resultar em acordos comerciais mais acessíveis, já será um ganho, como ocorreu em 2001 com as drogas do coquetel de combate à Aids. A reitora da Unifesp avalia que o Brasil deve buscar uma solução negociada, mas, para ter credibilidade no embate diplomático, a quebra de patentes e a produção local precisam ser percebidas como possibilidades reais. Para isso, o país deve aumentar o investimento em ciência e tecnologia e mostrar planejamento e capacidade de agir, caso adote a solução.

Krishna Udayakumar, diretor associado de inovação do Duke Global Health Institute, da Universidade Duke, nos Estados Unidos, avalia a fabricação de vacinas como um processo complexo que requer conhecimento especializado, *know-how* e cadeias de suprimentos eficazes. “É improvável que a renúncia aos direitos de patente, por si só, leve a um aumento significativo ou urgente na fabricação de vacinas”, pondera.

Para o médico, a falta de coordenação entre os setores público e privado pode gerar ineficiências ao processo, com competição descoordenada por

Ativistas na frente da sede da Moderna, nos Estados Unidos, exigem a suspensão dos direitos de propriedade intelectual da vacina



NENHUM PAÍS ADOTOU O LICENCIAMENTO COMPULSÓRIO DE PATENTES. ESPERA-SE QUE SOLUÇÕES PACTUADAS POSSAM SURTIR NA OMC

recursos e matérias-primas escassas. “Existem modelos de parcerias público-privadas bem-sucedidos que levam a melhores resultados de saúde para todos”, declarou Udayakumar a *Pesquisa FAPESP*.

Elizabeth de Carvalhaes, presidente-executiva da Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa (Interfarma), destaca que houve um imenso esforço da indústria para desenvolver soluções rápidas para a pandemia, o que só foi possível graças ao sistema de inovação sustentado pelos direitos de propriedade intelectual. “A flexibilização de patentes pode ter efeitos negativos sobre a confiança no sistema de propriedade intelectual, que funciona bem e permite que a indústria realize parcerias com universidades, centros de pesquisa e outras empresas”, diz. Carvalhaes argumenta ainda que a indústria farmacêutica

já desenvolve parcerias com empresas de vários países para aumentar a capacidade de produção.

Outro aspecto que restringe a produção e a disponibilidade de vacinas contra Covid-19 é o acesso limitado aos insumos usados na fabricação dos imunizantes, destaca Nelson Mussolini, presidente do Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos (Sindusfarma). “A oferta é condicionada não apenas à falta de capacidade instalada, mas também aos limites de produção de Insumos Farmacêuticos Ativos [IFA], o principal ingrediente das vacinas”, afirma. A flexibilização de patentes, na opinião do executivo, não resultará em maior oferta de imunizantes, mas, sim, no esforço conjunto entre governos, centros de pesquisa e farmacêuticas.

Autor da pesquisa de mestrado “A quebra de patentes de medicamentos como instrumento de realização de direitos”, transformada no livro *Patente de medicamentos* (editora Juruá, 2010), o advogado Matheus Ferreira Bezerra, professor do curso de direito da Universidade do Estado da Bahia (Uneb), entende que o licenciamento compulsório não deve ser uma medida para justificar a falta de investimento em pesquisa e saúde pública. “Um país comprometido com a saúde não deve se limitar a defender o licenciamento compulsório, mas, sim, primeiramente, preocupar-se com os investimentos no setor”, argumenta.

O pesquisador, contudo, enxerga como uma medida viável a quebra de patente do IFA a fim de produzi-lo em larga escala no país. “A vacina

depende desse insumo, sem o qual a produção e a imunização mais rápidas se encontram comprometidas”, diz. “Por isso, é preciso assumir a independência na produção de todos os estágios da vacina a fim de garantir a saúde da população.”

Em mensagem encaminhada em resposta a questionamento da reportagem, o Ministério das Relações Exteriores (MRE) reafirmou a posição do governo brasileiro contrária à flexibilização da propriedade intelectual. A iniciativa, segundo o órgão, parte de um diagnóstico equivocados, segundo o qual a suspensão resultaria na produção e na distribuição aceleradas de vacinas e medicamentos. “Uma patente típica contém apenas uma descrição da tecnologia, que não é suficiente para habilitar um produtor a replicá-la. Tal esforço leva anos.”

No Congresso Nacional, cinco projetos de lei em tramitação na Câmara dos Deputados e um no Senado Federal favoráveis ao licenciamento compulsório de patentes pretendem fazer o governo federal rever sua posição na OMC. “O mundo vai saber que o Congresso brasileiro aprova a quebra de patentes. É uma pressão sobre o governo. Pretendemos exigir que o Brasil mude sua posição”, defende o senador Paulo Paim (PT-RS), autor do Projeto de Lei nº 12/2021.

Em abril deste ano, o ministro Dias Toffoli, do Supremo Tribunal Federal (STF), derrubou um trecho da Lei de Propriedade Industrial que, segundo ele, geraria a interpretação de que a vigência de patentes tivesse prazo indefinido. O parágrafo único do artigo 40 da lei permite que uma patente seja prorrogada automaticamente caso o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) demore mais de 10 anos para analisar seu pedido de registro. Movida pela Procuradoria-geral da República (PGR), a ação estava pautada para ser analisada pelo plenário da corte. A PGR diz que a revogação do trecho pode facilitar o desenvolvimento de tratamentos para a Covid-19.

Por enquanto, nenhum país adotou o licenciamento compulsório de patentes. A expectativa é que soluções pactuadas possam surgir no âmbito da OMC. Garantir acesso global e igualitário aos imunizantes contra Covid-19, segundo especialistas, é o caminho mais adequado para interromper a trajetória de um vírus que já infectou cerca de 150 milhões de pessoas no mundo e provocou 3,1 milhões de mortes, causando importante impacto na economia global. Um estudo da organização não governamental Câmara de Comércio Internacional (ICC), com sede em Paris, estima que se os governos das nações mais desenvolvidas falharem em garantir o acesso às vacinas da Covid-19 por parte das economias em desenvolvimento, as perdas globais somarão US\$ 9,2 trilhões. Metade desse prejuízo será arcada pelos próprios países ricos, que, no geral, encomendaram estoques de vacina em número muito superior ao de suas populações. ■

A APOSTA DA BUTANVAC

Nova candidata a vacina
usa como antígeno
versão mais estável da
proteína *spike*

Marcos Pivetta

Uma segunda geração modificada da proteína *spike* do coronavírus Sars-CoV-2, causador da Covid-19, faz parte de uma nova candidata a vacina de baixo custo contra a doença que recentemente entrou em testes clínicos, em seres humanos, nos Estados Unidos, Vietnã e Tailândia. Denominado genericamente de NDV-HXP-S, esse imunizante foi concebido por uma cooperação internacional para ser produzido nas instalações de países em desenvolvimento, atualmente empregadas para fabricar a vacina da gripe em ovos embrionados, e armazenado nos

mesmos sistemas convencionais de refrigeração usados para manter a maioria das vacinas de outras doenças.

Proteína de superfície do novo coronavírus, a *spike* é a responsável por se ligar a receptores na superfície de células humanas e desencadear a infecção pelo Sars-CoV-2. Por isso, tende a ser empregada nas vacinas contra Covid-19 como antígeno, ou seja, o elemento reconhecido como externo pelo sistema imunológico que serve de alvo para a produção de anticorpos especificamente voltados para combater um patógeno. A HexaPro, nome da segunda versão modificada da *spike*, é uma forma aprimorada da representação tridimensional dessa

proteína. Segundo seus criadores, ela é mais estável e fácil de conservar do que sua versão anterior, a 2P.

No Brasil, a única vacina em desenvolvimento com a HexaPro é chamada de ButanVac e será produzida pelo Instituto Butantan, de São Paulo. No final de abril, o Butantan iniciou a fabricação de um lote de 1 milhão de doses do produto. Até 15 de junho, o instituto espera produzir 18 milhões de doses da ButanVac, que aguarda autorização da Anvisa para o início dos testes clínicos. A vacina contém uma variante modificada do vírus da doença aviária de Newcastle, que é praticamente inócua em seres humanos, e foi criada pela equipe de pesquisadores de Peter Palese, da Escola Icahn de Medicina da rede de hospitais Monte Sinai, de Nova York, para produzir a HexaPro (ver Pesquisa FAPESP nº 302).

Com exceção das vacinas que usam o coronavírus inteiro (inativado ou atenuado) como antígeno em suas formulações, como a CoronaVac utilizada no Brasil e produzida pelo Instituto Butantan, os demais imunizantes utilizam apenas a proteína *spike* como forma de estimular o sistema imunológico. As vacinas da Pfizer/BioNTech, Moderna e Janssen, as três aprovadas nos Estados Unidos, usam a 2P como antígeno, assim como o candidato a imunizante da empresa norte-americana Novavax. A história da 2P e da HexaPro começou no mesmo lugar.

Em fevereiro do ano passado, ainda antes de a pandemia de Covid-19 ter chegado ao Ocidente, o biólogo estrutural norte-americano Jason McLellan, da Universidade do Texas, em Austin, des-

creveu, em artigo na revista *Science*, a primeira representação tridimensional estabilizada da *spike* do Sars-CoV-2, que viria a ser denominada 2P. “Essa proteína é muito instável antes de o vírus penetrar nas células humanas”, explica McLellan, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*. “Temos de torná-la mais estável, por meio de modificações moleculares, para podermos usá-la como antígeno em uma vacina.”

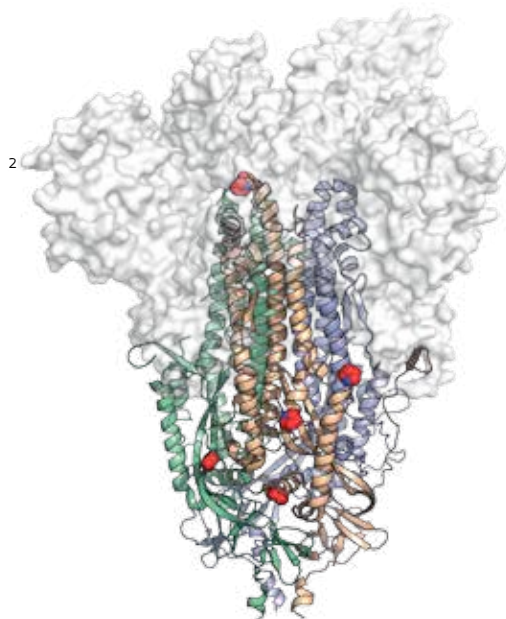
A 2P apresenta duas dessas modificações (daí seu nome). Trata-se da adição de duas prolinas, um tipo de aminoácido que torna mais rígida a normalmente irrequieta estrutura tridimensional que a *spike* exibe antes de penetrar nas células de seu hospedeiro. As proteínas podem ser formadas por 20 diferentes aminoácidos. Tecidos conectivos, mais rígidos, como o colágeno, são ricos em prolinas. Os biólogos gostam de comparar o uso das prolinas para estabilizar proteínas ao emprego de grampos moleculares que tentam manter o composto em determinada conformação. No caso da HexaPro, cuja estrutura em 3D foi divulgada em julho de 2020 em outro artigo na *Science*, foram introduzidas seis prolinas. Com meia dúzia de grampos moleculares, essa versão da *spike* é mais estável, o que pode ser útil para gerar uma melhor resposta imunológica, além de permitir a conservação das vacinas que a empregam como antígeno a temperaturas entre 2 e 8 graus Celsius (°C). “Conseguimos produzir rapidamente versões estabilizadas da *spike* do Sars-CoV-2 porque eu e meus colegas já trabalhávamos, antes da pandemia,

com a geração de estruturas em 3D dessa proteína em outros coronavírus, como Mers [Síndrome Respiratória do Oriente Médio] e HKU1”, explica McLellan.

A união entre o trabalho da equipe de McLellan com a proteína *spike* do Sars-CoV-2 e os esforços dos colaboradores de Peter Palese, do Monte Sinai, na produção de uma versão modificada e de fácil cultivo do vírus de Newcastle, levou ao desenvolvimento da candidata a vacina NDV-HXP-S. A parceria foi fomentada pela Path, uma organização não governamental sediada em Seattle, nos Estados Unidos, que trabalha em prol do emprego de soluções inovadoras de saúde em países em desenvolvimento. Em razão da gravidade da pandemia, tanto o grupo de Austin como o de Nova York, que têm patentes sobre o desenvolvimento do imunizante, concordaram em fornecer licenças do produto sem a cobrança de *royalties* para um grupo de países de renda média e baixa, Brasil inclusive.

Segundo a assessoria de imprensa da Path, as versões da NDV-HXP-S que estão sendo fabricadas para testes em diferentes países são comparáveis. Elas usam os mesmos materiais de partida (banco de sementes de vírus), que foram propagados, purificados e inativados por métodos semelhantes e formulados em vacinas com o mesmo ensaio de potência. “Portanto, os dados de testes clínicos realizados com qualquer uma dessas três vacinas [referência às formulações de Tailândia, Vietnã e Brasil] devem indicar os resultados esperados para as outras duas vacinas”, afirma a assessoria, em e-mail a *Pesquisa FAPESP*.

“Altos e baixos fazem parte do desenvolvimento de vacinas”, observa o biólogo Ricardo Oliveira, diretor de Produção da Fundação Butantan (ver reportagem “Caminho sinuoso” no site de Pesquisa FAPESP). Mas, segundo Oliveira, “não deve haver grandes dificuldades em ampliar a escala de produção” da ButanVac caso seus testes clínicos sejam bem-sucedidos. Afinal, o imunizante contra a Covid-19 emprega uma tecnologia conhecida pelo Butantan e usada para produzir a vacina anual contra gripe disponibilizada na rede pública de saúde do Brasil. ■




Na página ao lado, ovos usados na fabricação da vacina da gripe do Instituto Butantan que podem ser utilizados para produzir a ButanVac. À esquerda, estrutura da proteína *spike* com destaque para a localização das modificações (esferas vermelhas e azuis), que a tornam mais estável

COVID-19

EM TEMPO REAL

Detalhe de jazigo
no cemitério São Luiz,
localizado na zona sul
da capital paulista



Iniciativas acadêmicas recolhem relatos pessoais sobre memórias e lutos vivenciados ao longo da pandemia

Ana Paula Orlandi

“**V**ivemos momentos de tantas incertezas, nos sentimos sufocados e presos em uma amálgama de informações, sentimentos, ansiedades e esperas. Esperamos que tudo passe logo. Esperamos que não nos infectemos com o vírus, nem a quem amamos. Esperamos que tudo volte à normalidade. Esperamos que nossos governantes possam se solidarizar com a população e agir em favor da vida. Esperamos que as pessoas não morram de fome sem nenhum recurso financeiro.” Assim

começa o texto *Reflexões em um dia frio*, assinado por Patricia Fabiana Crosara, moradora da cidade de Ribeirão Preto (SP), que pode ser lido na plataforma #MemóriasCovid19, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Trata-se de um arquivo virtual voltado à coleta, identificação, processamento e difusão de olhares sobre a pandemia”, explica a historiadora Ana Carolina de Moura Delfim Maciel, do Programa de Pós-graduação em Multimeios da instituição e responsável pela iniciativa. “A ideia é compor uma ‘arqueologia’ digital dessa experiência para além de dados e números, mas pautada pelas emoções e percepções individuais.”

Lançada no ano passado, a plataforma bilíngue (inglês e português), desenvolvida no âmbito de projeto temático apoiado pela FAPESP, recebeu até agora 294 relatos, não apenas na forma de textos poéticos ou factuais, mas também de fotografias, ilustrações, áudios e vídeos oriundos de várias regiões brasileiras e de países como França, Equador e Canadá. Depois de terem sido selecionadas por uma equipe de nove curadores de distintas áreas do saber como antropologia, artes visuais e história, cerca de 180 dessas produções estão disponíveis no site. Segundo Maciel, o objetivo da curadoria é, sobretudo, garantir que os relatos veiculados pela plataforma reflitam uma diversidade de experiências e contemplem distintos suportes.

“Qualquer pessoa pode participar: não existe restrição de idade, escolaridade ou profissão”, afirma a historiadora, que, entretanto, observa no site o predomínio de testemunhos de mulheres (55%) e estudantes (41,6%). A plataforma, que permanece recebendo relatos, também abarca interesses variados. “Tem gente que encontra na plataforma um espaço para desabafo e confidências sobre como está lidando com a angústia do isolamento, a dor do luto ou mesmo com abusos, visto que os índices de violência doméstica cresceram muito na pandemia. É possível, inclusive, manter o anonimato do relato. Outros utilizam a plataforma para expressar posicionamentos políticos ou então para compartilhar produções artísticas”, conta Maciel.

Na opinião da historiadora Katia Couto, do Departamento de História da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e uma das curadoras da plataforma, o conteúdo do site perpassa vários momentos históricos. “Ele serve tanto para conectar indivíduos em meio à pandemia quanto para criar um espaço de memória coletiva, que pode se configurar em fonte de pesquisa no futuro”, observa. O escritor Daniel Munduruku, também curador da plataforma, completa: “Não estamos reunindo os registros oficiais, produzidos pelos governantes, mas, a meu ver, um registro muito mais potente, que é a memória de pessoas comuns que estão sentindo na pele o drama da pandemia em seu dia a dia. A memória serve para nos lembrar quem somos, o que vivemos e o que fazemos neste mundo. Ela se constrói no presente e nos dá força para resistir”.

Um mapeamento divulgado em agosto do ano passado pelo blog da Federação Internacional de História Pública (IFPH) listou cerca de 500 iniciativas no mundo que buscavam reunir relatos pessoais sobre a pandemia da Covid-19. Oito delas estavam no Brasil, a exemplo do projeto Testemunhos do Isolamento, desenvolvido pelo Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro (AGCRJ) e inspirado em experiências internacionais como da Associação Pública dos Historiadores de Nova

York e do Arquivo Municipal de Barcelona. “É uma memória produzida em tempo real durante esse momento traumático de alcance global”, constata Maciel, que atualmente prepara um livro com a meta de reunir parte dos relatos recebidos pelo projeto #MemóriasCovid19. “Mesmo que não seja interativo como a plataforma digital, o livro é um registro perene. Já estamos refletindo como salvaguardar esse conteúdo virtual reunido pela plataforma em razão das mudanças tecnológicas cada vez mais ágeis.”

Para o historiador Ricardo dos Santos Batista, do Programa de Pós-graduação em História da Universidade do Estado da Bahia (Uneb), o cenário interconectado impacta o papel do historiador contemporâneo. “O historiador não pode ser apenas aquele intelectual que se refugia nos arquivos documentais, e a chegada da Covid-19 deixou isso claro. Com a pandemia, houve a necessidade de revisitar histórias sobre epidemias para iluminar o presente e questionar as *fake news*, como também para entender uma história do tempo presente, que pode ser conhecida pelos relatos dos meios de comunicação, como jornais, sites e redes sociais”, analisa Batista, autor de artigo a respeito do tema, publicado no livro *Sobre a pandemia: Experiências, tempos e reflexões* (editora Hucitec, 2021). Tal percepção, diz, vai ao encontro do conceito de história pública, que surgiu nos Estados Unidos, na década de 1970. “A história pública reconhece que os historiadores não são os únicos construtores e divulgadores da disciplina. Os indivíduos aprendem história em suas relações familiares, no ambiente escolar e pelos meios de comunicação, por exemplo.”

Embora a internet tenha impulsionado a disseminação de relatos em tempo real, não vem de hoje a necessidade de registrar as experiências pessoais perante um trauma coletivo, como guerras e crises sanitárias. “No início do século pas-

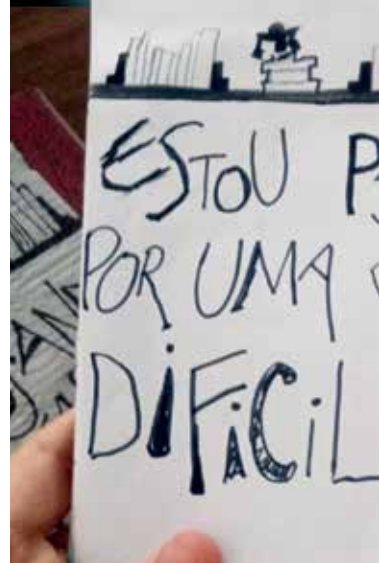


Foto de Guarabira Graça Dias, morador de Natal (RN), integra o projeto pessoal *Solidão compartilhada* e pode ser vista na plataforma





Desenho feito por Eduarda Prado, que vive em Fortaleza (CE), encaminhado à plataforma. Segundo a autora, a inspiração veio do livro *Eu me chamo Antônio*, de Pedro Gabriel (Intrínseca, 2013)

sado, as perdas, medos e anseios eram, em geral, compartilhados de forma restrita e particular”, conta Batista. Na pesquisa de pós-doutorado que desenvolve na Faculdade de Medicina Preventiva da Universidade de São Paulo (USP), ele investiga o surto de febre amarela na Bahia e a atuação do laboratório criado, em Salvador, pela Fundação Rockefeller na década de 1920. “Durante a pesquisa encontrei diários em que os cientistas anotavam as dificuldades e os conflitos vividos em seu cotidiano”, prossegue Batista. “A quantidade de registros pessoais que temos daquela época é infinitamente menor em relação aos dias de hoje, acelerados e abarrotados de informação. Resta saber como nós, historiadores, vamos conseguir lidar com esse gigantesco volume de relatos produzidos durante a pandemia da Covid-19.”

Há cerca de um ano, o psicanalista Paulo Cesar Endo, do Instituto de Psicologia (IP) da USP, desenvolve juntamente com outros seis pesquisadores o “Inventário de sonhos 2 – Sonhos de pandemia”, investigação vinculada a projeto de pesquisa apoiado pela FAPESP. Desde março de 2020, o levantamento já reuniu 1.200 relatos de sonhos pandêmicos, sempre na forma de texto, que devem ser publicados anonimamente no site do Museu da Pessoa. “A ideia não é interpretar esses sonhos, porque, como dizia Freud, o melhor intérprete do sonho é o próprio sonhador”, explica Endo. “O que o acervo pretende é reunir formas criativas de pensamento sobre essa dura experiência que estamos vivendo e mostrar como os sonhos podem ampliar nossa percepção sobre o momento atual, além de criar um banco de dados inédito que possa ser acessado por interessados em investigar o contexto da pandemia. Os sonhos são sismógrafos do tempo presente, como já definiu a jornalista Charlotte Beradt, autora do livro *Sonhos no Terceiro Reich* [editora Três Estrelas, 2017].”

Outro objetivo do projeto é mostrar que cada indivíduo é um ser único, com suas memórias, sonhos e expectativas. “A morte não pode ser banalizada. Quando uma pessoa morre leva com ela esse repositório particular e irreprodutível de significados”, observa o psicanalista.

Em razão das restrições sanitárias impostas pela pandemia, morrer se tornou um ato mais solitário. Sem os ritos, as despedidas ficaram incompletas e dramáticas, sublinha o pesquisador. “A pandemia vem deixando um rastro de perdas, lutos inconclusos e saudades repletas de vazios. Estamos passando por uma série imensurável de processos muito lesivos e com potencial altamente traumático em nossas vidas”, aponta. O luto constitui aspecto fundamental da elaboração de perdas significativas, corrobora a psicóloga Maria Júlia Kovács, do IP-USP e fundadora do Laboratório de Estudos sobre a Morte (LEM), daquela instituição. “E não estamos falando apenas da morte de pessoas queridas. Circunstâncias que desorganizam nossa rotina, como adoecer, ficar desempregado ou precisar abandonar a pátria, também trazem grande sofrimento psíquico”, observa. Nesses momentos, registrar as próprias memórias, sonhos e experiências pode ser uma forma de processar a situação vivida. “A imaginação que se exerce na escrita nunca foi tão necessária”, conclui Endo. ■

Projetos

1. Coletar, identificar, processar, difundir: O ciclo curatorial e a produção do conhecimento (nº 17/07366-1); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisadora responsável** Ana Gonçalves Magalhães; **Investimento** R\$ 3.598.403,24.
2. Sonhar o trauma, sobreviver às catástrofes, resistir ao desaparecimento: Um estudo comparativo sobre os sonhos de ex-prisioneiros do campo de Auschwitz e dos sonhos das vítimas de desaparecimento forçado durante a ditadura civil-militar no Brasil (nº 19/10946-5); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Paulo Cesar Endo; **Investimento** R\$ 95.044,34.

Livro

MOTA, A. (org.) **Sobre a pandemia: Experiências, tempos & reflexões**. São Paulo: Hucitec, 2021.

PONTES PARA A INTERDISCIPLINARIDADE

O precursor da Coppe e idealizador do modelo da Universidade Federal do ABC conta como o desenvolvimento da pesquisa em engenharia marcou o país

Fabrcio Marques | RETRATO Ana Carolina Fernandes

Aos 84 anos recém-completados, o engenheiro carioca Luiz Bevilacqua vislumbra, de uma posição privilegiada, o desenvolvimento da ciência e do país nas últimas seis décadas. Formado engenheiro pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1959, resolveu dedicar-se à pesquisa em uma época em que ela era embrionária no país. Especialista em pontes e grandes estruturas, passou períodos na Alemanha e nos Estados Unidos e foi o responsável pelos programas de engenharia civil e engenharia mecânica nos primeiros anos do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia (Coppe), uma das mais produtivas instituições voltadas para a pesquisa em engenharia do país, vinculada à UFRJ.

Diversificou seus interesses de pesquisa para apoiar as demandas que grandes empresas apresentavam à Coppe, mas se demitiu da instituição em meados dos anos 1970 quando ela estava sob intervenção. Foi trabalhar na Promon, empresa responsável pelos projetos de engenharia das usinas de Angra 1 e 2. Reiniciou a carreira acadêmica nos anos 1980, agora com uma forte contribuição em administração acadêmica, que enveredou para a gestão do sistema universitário e de ciência e tecnologia em diferentes governos. Foi secretário-executivo do Ministério da Ciência e Tecnologia (1992-1993), criador do comitê de pesquisa interdisciplinar da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a Capes (1999), e diretor da Agência Espacial Brasileira (2003-2004). Mais recentemente, foi reitor (2006-2008) e um dos idealizadores do modelo transdisciplinar e sem departamentos da Universidade Federal do ABC (UFABC), que em 20 anos de existência se tornou uma destacada instituição de pesquisa. Na entrevista a seguir, Bevilacqua relembra sua trajetória.



IDADE 84 anos

ESPECIALIDADE

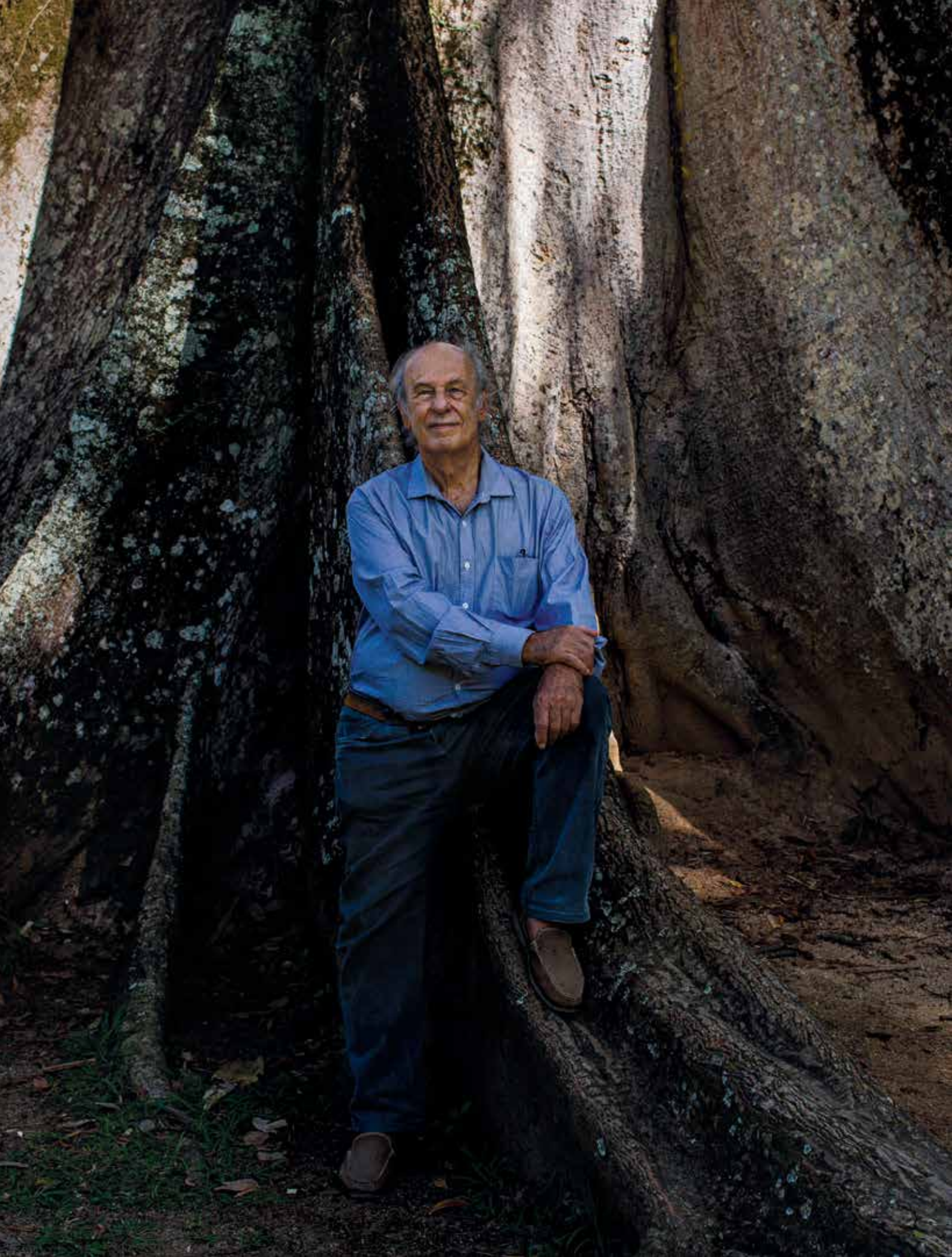
Engenharias civil e mecânica

FORMAÇÃO

Graduação em engenharia (UFRJ-1959), especialização em estruturas (Universidade de Tecnologia de Stuttgart), livre-docência (UFRJ-1966), doutorado (Universidade Stanford-1971)

PRODUÇÃO

52 artigos, 10 capítulos de livros



O senhor se graduou em 1959, quando se fazia pouca pesquisa em engenharia no país. Como desenvolveu seu interesse pela pesquisa?

Sempre tive bastante interesse em explorar o conhecimento e entrei na Escola de Engenharia. Não era uma escola de pesquisa. Era um excelente curso profissionalizante, com professores de muito boa qualidade, grandes profissionais. A matemática era uma exceção. Havia entre os professores pesquisadores de alto nível, mas eles estavam mais dedicados à criação do Instituto de Matemática Pura e Aplicada, o Impa. Era o Maurício Matos Peixoto [1921-2019], sua esposa, Marília Chaves Peixoto [1921-1961], o Lindolpho de Carvalho Dias [1930-1984], o Leopoldo Nachbin [1922-1993]. Mas eu queria fazer pesquisa em engenharia. O professor Roger Castier, que tinha estudado na Alemanha, tentou abrir um laboratório, mas não havia instalações nem pessoas que pudessem auxiliá-lo e ele acabou desistindo. Meus professores da área de estruturas davam a seguinte recomendação: “Quer saber o que está acontecendo no mundo? Leia revistas, principalmente as alemãs”.

O senhor foi para a Alemanha nessa época, não é?

Fui para Stuttgart. Lá, não participei de projetos de pesquisa, mas aprendi muito nos cursos que fiz. Nessa época, comecei a fazer um trabalho que terminou cinco anos depois, no Rio, e foi a minha livre-docência. Quando voltei para o Brasil, fui trabalhar em uma empresa, a Geotécnica, e desenvolvia essa tese à noite. Durante o dia eu trabalhava em projetos. Fizemos uma estrada no Paraguai, de Concepción até Assunção. À noite, trabalhava na tese. Era professor-assistente também da cadeira de Resistência dos Materiais na Escola de Engenharia. Saía do trabalho e ia correndo para lá. Dava aulas e voltava para o trabalho. Os diretores das empresas gostavam que alguns dos seus engenheiros fossem professores na universidade, porque dava prestígio. Em 1965 eu apresentei a minha tese de livre-docência na UFRJ.

O senhor saiu da Geotécnica. Por que foi para a PUC-RJ?

Aceitei um convite que me foi feito. Passei um ano lá, mas logo soube que a Coppe estava se formando na UFRJ. Decidi ir para a Coppe.

Que linha de pesquisa desenvolveu?

A cadeira que eu lecionava era a de Resistência dos Materiais, que tinha a ver com estruturas. Eu fui para fundar o Programa de Engenharia Civil, do qual fui chefe, e trouxe para a Coppe o Fernando Lobo Carneiro [1913-2001]. Ele não era professor, mas pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia [INT]. A Escola de Engenharia não tinha pesquisa em laboratório e o INT era um laboratório. Fazia ensaio de vigas, de estruturas estáticas e dinâmicas. Lobo Carneiro acabou abrindo vários laboratórios na Coppe. Havia o Programa de Mecânica, que ficou sem um responsável. Alberto Luiz Coimbra [1923-2018], que era o diretor, pediu que eu cuidasse desse também.

Estamos falando de uma época em que o país estava em crescimento e fazia grandes obras. Qual foi a contribuição da Coppe?

A grande demanda vinha da Petrobras. A descoberta de petróleo em águas profundas causou um grande impacto, pois ninguém no mundo trabalhava com isso. Ou a Petrobras resolvia aqui ou não tinha como explorar petróleo. Foi uma maravilha, porque houve convênios e contratos com a Coppe na área de estruturas, de exploração de petróleo. Nessa época, Lobo Carneiro tinha feito um excelente laboratório de ensaios de estruturas. Cooperamos com o projeto da ponte Rio-Niterói. A Coppe também contribuiu para o desenvolvimento de métodos numéricos para cálculo de estruturas. No fim dos anos 1960, início dos 1970, consegui um computador IBM-1130, que tinha menos memória do que qualquer celular hoje, mas que ocupava uma sala enorme. Foi um espetáculo.

Vários métodos numéricos começaram a ser desenvolvidos. O Programa de Engenharia Civil liderou essa análise com métodos computacionais devido à grande complexidade de estruturas. Entre 1968 e 1971 estudei na Universidade Stanford, nos Estados Unidos, e fiz um doutorado bastante interessante lá. Nessa época, o que se desenvolvia no Brasil não tinha sustentação matemática suficiente. Eu me dediquei ao que se chama de métodos variacionais para análise de estruturas. Foi uma contribuição boa. Ajudou a determinar técnicas de modelagem, técnicas de desenvolvimento de cálculo com uma base científica e analítica forte.

No doutorado em Stanford, a sua tese foi sobre propagação de ondas em sólidos, é isso?

Exatamente. Eu me encantei com a parte de dinâmica de estruturas, de propagação de ondas em sólidos. Quando voltei para o Brasil, consegui, com dois estudantes, desenvolver um pouquinho essa área e eles continuaram nessa linha. Mas também tive que me dedicar muito mais a métodos variacionais, porque o Brasil precisava disso.

Como avalia o papel da sua geração para a engenharia?

Minha geração implantou a pesquisa, preparou a geração seguinte, participou na administração acadêmica, e tinha de fazer tudo isso. Era como se tivesse que fazer os pratinhos girarem sem deixar nenhum deles cair. A maioria dos colegas da minha geração não seguiu o mesmo caminho que eu. Continuaram como engenheiros. Quando comecei a me dedicar à pesquisa, encontrei pessoas mais jovens do que eu. Eles vinham do curso de



Em 2019, Bevilacqua ministra aula inaugural do programa de Engenharia Química da Coppe/UFRJ

engenharia direto para a pós-graduação e não passavam por empresas. Isso me permitiu enxergar a pesquisa de outra forma. Eu via como ela poderia ser aplicada e a importância que tinha, inclusive na formação de pesquisadores. Havia ligação direta entre a nossa pesquisa e o que estava sendo executado. A Petrobras conectava as duas pontas. A indústria aeroespacial fazia isso; a indústria química ainda faz. Infelizmente, houve uma trava nessa cooperação. Várias empresas brasileiras foram destruídas nas últimas décadas e isso nos deixou em desvantagem. A China vai construir uma ponte na Bahia entre o continente e a ilha de Itaparica. O Brasil fazia pontes maravilhosas. Agora, importamos o projeto. É triste.

O senhor deixou a Coppe após uma intervenção no programa. O que ocorreu?

O professor Coimbra foi preso em 1973. Uma pessoa que lecionava estudos de problemas brasileiros fez um dossiê dizendo que ele tinha ideias esquerdistas. O Coimbra tinha suas convicções, era mais de esquerda do que de direita, mas não queria implantar ideia nenhuma. Na Coppe, o que existia era ciência. Mas sua saída foi trágica para o instituto. O professor Sidney Santos, da Escola de Engenharia, foi indicado diretor. Chamavam-no de interventor, mas ele levava as coisas suavemente. Passou um ano, um ano e meio. Numa das reuniões, tomei coragem e disse: “Está na hora de fazermos uma reunião do conselho da Coppe e indicar um diretor”. Até podia ser ele, mas tinha que ter a indicação. Ele ficou muito indignado, mas aceitou. Fez-se uma lista tríplice, que foi encaminhada ao reitor e eu estava nela. Isso foi em janeiro. Passou fevereiro, março, abril, eu telefonei para o reitor: “O senhor tem alguma dúvida, quer conversar comigo?”. Ele disse: “Não o conheço, não vou indicá-lo como diretor da Coppe. Vou designá-lo primeiro para um comitê de pós-graduação da reitoria para ver como o senhor age, depois eu vejo se o nomeio”. Respondi: “Não fui indicado para esse comitê, então o senhor nomeie outra pessoa”. Fiquei muito desgastado e pedi licença-prêmio de seis meses. Depois, como nada tinha sido resolvido a contento, pedi ao novo reitor uma licença sem vencimento. Ele negou. Aí tomei uma decisão radical: pedi demissão do serviço público. Eu tinha o convite do Décio Leal de Zagottis, que estava trabalhando na empresa Pro-



A descoberta de petróleo em águas profundas causou grande impacto.

Ou a Petrobras resolvia aqui ou não tinha como explorar

mon, e aceitei. Foram cinco anos felizes na Promon, em que resolvemos problemas importantes no projeto de tubulações e vasos de pressão de classe nuclear para as usinas de Angra 1 e Angra 2.

Qual foi seu envolvimento nesses projetos?

Era preciso desenvolver os projetos dos equipamentos. Eram quilômetros de tubulações, com vários diâmetros, que não podiam apresentar vazamento absolutamente nenhum. Fizemos certas configurações-padrão de tubulação. Com elas, foi possível trabalhar muito mais rápido nos projetos das tubulações. Se passa nesse padrão, então pronto, vamos ver o outro trecho. Havia um grande problema em Angra 1. Em um trecho, era preciso reduzir a pressão na tubulação de um montante equivalente a uns 600 metros de altura de coluna d’água. E conter isso em um pedacinho de pouco mais de 1 metro. Não havia equipamento que funcionasse. Quebrava tudo. Fizemos um projeto de 6 metros, introduzindo em cada pedaço de tubo uma placa com um furinho, que ia quebrando a pressão à medida que passava de um furo para outro. Funcionou. A Promon poderia ter patenteado. A Westinghouse, que era a projetista de Angra 1, parece que utilizou o mesmo projeto para usinas semelhantes em outros países.

Seu retorno para a vida acadêmica novamente foi pela PUC-RJ e só mais tarde para a Coppe. O que foi fazer na PUC-RJ?

O que eu tinha para fazer na Promon estava bastante estabilizado. O Décio já tinha saído. O pessoal da área de mecânica da PUC começou a insistir muito. Queriam minha cooperação, inclusive com o conhecimento adquirido nos projetos de Angra 1 e 2. Aceitei. Poucos meses depois que entrei, a reitoria da PUC pediu que eu aceitasse a posição de vice-reitor acadêmico. Não pude negar e busquei fazer da PUC uma universidade mais integrada. Fizemos uma nova revisão acadêmica da PUC. Na mesma época, fui eleito presidente da Associação Brasileira de Ciências Mecânicas [ABCM]. Não existia revista brasileira técnica na área de mecânica, então eu fundei com 10 associados a *Revista Brasileira de Ciências Mecânicas (RBCM)*. Ela nunca deixou de sair. Tem um fator de impacto muito bom para uma revista de engenharia, 1.7. Atualmente é publicada pela Springer, mas o controle editorial continua com a ABCM.

E o seu retorno para a Coppe?

Voltei como professor convidado, porque eu tinha saído do serviço público. Tive que fazer todos os concursos de novo, para associado e para titular, para ser admitido na carreira estatutária da UFRJ. Logo que cheguei, pediram que eu fosse para a Diretoria de Desenvolvimento. Naquela época, a Petrobras continuava com cooperação intensa com a Coppe e precisava de um veículo de operação remota. Era preciso fazer inspeções a grandes profundidades, impossível para os mergulhadores. Começamos um projeto interdisciplinar, com gente de mecânica, de civil, de elétrica, de sistemas. Esse grupo começou a desenvolver motores, tecnologias de sensores, mãos mecânicas, braços mecânicos, propulsão. Isso foi feito em cooperação com uma empresa brasileira muito competente, a Consub, que projetava um veículo de operação remota e que também tinha contrato com a Petrobras. Mas aconteceu algo que, infelizmente, se tornou comum no Brasil. A Suécia tinha desenvolvido um veículo de operação remota. A Petrobras, quando soube, interrompeu o projeto e comprou deles. Se tivessem continuado, poderíamos ter uma empresa de veículos de operação remota e a Coppe teria se desenvolvido mais nessa área. Esse grupo que se originou

com veículos de operação remota continuou trabalhando em manipuladores e em veículos autônomos. Eles desenvolveram um veículo, em 2014, para ajudar no desmonte de equipamentos perigosos ou de explosivos. Isso porque, na Copa de 2014, a Fifa exigiu que o país tivesse essa capacidade de evitar atos terroristas. Isso foi desenvolvido com uma empresa que se instalou no Nordeste, financiado pela Finep [Financiadora de Estudos e Projetos]. Sabe o que aconteceu? Veio uma empresa estrangeira, comprou a empresa brasileira e fechou aqui no Brasil. Isso me traz um desgosto profundo.

Em 1991, o senhor, quase 20 anos depois, tornou-se diretor da Coppe?

O então diretor da Coppe, professor Nelson Maculan, foi escolhido reitor, eu era o vice e assumi. Mas não fiquei muito tempo. Em 1992, o senhor Fernando Collor era o presidente e o ministro da Ciência e Tecnologia era um grande professor da área de humanas, Hélio Jaguaribe. Alguns amigos dele, que eram da PUC-RJ, me disseram: “Você tem que ser o secretário-executivo. Ele é um grande cientista político, mas precisa de alguém que entenda de tecnologia”. Me dei muito bem com ele, uma pessoa fantástica. Em abril de 1992 eu fui para o ministério. O Brasil trabalhava para fazer a Rio-92, a grande conferência ambiental. Ao mesmo tempo, o governo americano tinha proposto a criação do IAI [Inter-American Institute for Global Change Research] e queria que o Itamaraty promovesse um encontro no Rio. Não dava para fazer as duas coisas juntas. O Uruguai assumiu esse encargo e programaram a primeira reunião para Montevidéu. Fui escalado para participar da reunião. Eles formaram um comitê, do qual fiz parte de 1992 a 2002. Ali foi uma das possibilidades de aprendizagem de convergência disciplinar, porque as questões ambientais só se resolvem com pessoas de várias áreas do conhecimento e técnicas de observação da Terra.

Essa experiência foi útil quando o senhor implementou a área interdisciplinar na Capes?

O professor Abílio Baeta Neves, quando comandava a Capes, tinha recebido três ou quatro propostas que não se encaixavam em programa nenhum e me convidou para fazer a análise. Eu criei o comitê que analisou aqueles projetos e fiz a proposi-

ta de começar a área interdisciplinar. A primeira área que se destacou foi a de ciências ambientais. Quando eu fui para o IAI, ficou muito evidente que certos problemas emergentes na preservação do nosso mundo, da nossa sociedade, da vida na Terra exigiam soluções que não são possíveis de alcançar por só uma área do conhecimento. Você não pode tratar da parte biológica da Amazônia, por exemplo, sem saber como é o clima, porque isso afeta diretamente todas as questões ambientais. Por outro lado, há a presença dos indígenas na Amazônia. Como extrair daquele conhecimento, que é milenar, mas muito intuitivo, algo com maior rigor científico? Essa convergência é muito importante. Eu mesmo fui trabalhar em outra vertente, a de dinâmica populacional, com a expansão da malária.

Como foi sua experiência como diretor da Agência Espacial Brasileira?

O Brasil participava do projeto da Estação Espacial Internacional e tinha se comprometido a colocar US\$ 60 milhões nesse projeto. Não tínhamos esse dinheiro. Logo na minha primeira semana lá, telefonou um dos diretores da Nasa me dando os parabéns e perguntando quanto nós íamos investir no projeto da estação. Eu disse: “US\$ 2 milhões”. Sabe o que ele respon-

deu? “Pela primeira vez alguém me disse a verdade, porque só ouvia US\$ 60 milhões, depois saía US\$ 500 mil”. Ele propôs que, em vez de darmos dinheiro, fabricássemos certos equipamentos e partes da estação no Brasil e fornecêssemos para eles. Foi bom, porque estimulou a nossa indústria.

Na sua gestão houve a explosão do lançador de satélites na base de Alcântara, em 2004, que matou 21 pessoas. Como foi lidar com a tragédia?

Foi um choque tremendo. A Agência Espacial Brasileira não tem um corpo tecnocientífico, mas tem a responsabilidade de coordenar. Ela delega. O Centro Tecnológico da Aeronáutica [CTA] era o responsável pela execução desses lançadores. Eles trabalhavam com toda a dedicação. A minha proposta, após o acidente, foi transferir a execução do projeto para uma empresa especializada. Conversei com o pessoal do CTA e propus: “Vocês continuam fazendo o desenvolvimento científico e tecnológico de propulsores, de tipos de combustíveis, mas a execução de um projeto de grande porte é uma atividade industrial, vamos passar para uma empresa que tem experiência nisso”. Isso estava em discussão, mas houve problemas internos na agência, com o ministro da época, e eu saí. Não sei se a Aeronáutica aceitaria isso, mas ainda acho a melhor solução. Se bem que agora está muito difícil, porque nem temos mais a Base de Alcântara.

Como foi concebida a UFABC?

Em 1998, houve um evento em Angra dos Reis para discutir um projeto da universidade nos tempos modernos e ali se falou da necessidade de ampliar o diálogo interdisciplinar. Outro momento foi uma tentativa que fizemos na UFRJ com outros professores, com o Leopoldo de Meis [1938-2014], Antônio Paes de Carvalho, Moysés Nussenzevig, entre outros, de criar um bacharelado com duas etapas. Levamos isso ao reitor, mas o conselho universitário não estava disposto a discutir e eu desisti. O reitor na época era o Nelson Maculan. Ele gostava da ideia. Em 2014, o Maculan era o secretário de Educação Superior do MEC e me telefonou dizendo que o projeto de uma universidade federal no ABC deveria sair e era a hora de implementar aquelas ideias. Aceitei. Fizemos um comitê, que preparou o projeto de uma universidade sem departamentos, com três centros e um núcleo de cogni-



Faltam no setor empresarial ousadia e vontade de desempenhar um papel de protagonista no desenvolvimento tecnológico



Bevilacqua (à dir.) com o então reitor da UFABC Helio Waldman, em uma cerimônia na universidade em 2013

ção, porque me parecia que os processos cognitivos teriam cada vez mais influência nessas áreas científicas.

Como a formação dos alunos foi estruturada?

Primeiro, três anos de bacharelado mais um ou dois para a formação profissional, dependendo da área. Segundo: os fios condutores não seriam mais física 1, 2, 3 e 4, mas sim matéria e energia, processos de informação e comunicação, humanidades, matemática e modelagem computacional. Eram essas as grandes linhas, sem departamentos. Começamos a contratar um considerável número de professores de excelente qualidade. Aliás, a UFABC é USP e Unicamp, porque 70% dos professores da UFABC vieram das duas instituições. Eu conversava com todos os candidatos: “Vocês vão encontrar uma universidade diferente”. Todos no início estavam de acordo, alguns se ressentiam depois. As maiores reações vieram de engenheiros. Eles são mais reacionários, mas depois foram absorvendo. Em uma avaliação da Clarivate Analytics, a UFABC aparece em primeiro lugar no país em termos de publicação e impacto científico. Uma avaliação da revista *Nature* classificou a UFABC em quinto. Não tem importância, as primeiras são USP, Unicamp, UFRN, UFRJ e depois a UFABC, fantástico. A contribuição para a ciência da UFABC é inegável, porque tem como demonstrar.

Mas houve dificuldades de implantação?

Os professores de cursinho diziam aos alunos: “Não vão para essa universidade, não vai funcionar”. E eles não se candidatavam para a UFABC. A imprensa dizia

que aquilo era a UniLula, que era uma farsa. Nós demos um curso de atualização para professores de ensino médio e eles ficaram encantados com a UFABC. Aí mudou a visão dos cursinhos. E quando o jornal *Folha de S.Paulo* começou a implementar o modelo para avaliação de universidades em internacionalização, quem tirava sempre em primeiro lugar? A UFABC. Todos reconheceram que não era o que estavam pensando. Mas isso não resolveu todo o problema. Os estudantes que procuram a universidade não são aqueles com o melhor desempenho no ensino médio. Mas tem gente muito boa. A resposta das empresas que os contratam é a seguinte: “Conhecem bem o que fazem e, quando damos a eles problemas que não aprenderam, sabem onde procurar”. Essa vantagem de ter independência intelectual é muito boa.

E a formação do engenheiro, como deveria ser?

Acabei de participar de um novo projeto curricular que será apresentado pela Academia Nacional de Engenharia. O caminho é: uma formação básica forte, envolvendo os temas fundamentais para exercer a profissão e estar a par da evolução de vários setores do conhecimento, e depois uma formação específica. Na Universidade Harvard é assim: áreas fundamentais, três outras complementares e mais uma, que é matemática. Muita gente considera que essa formação é inadequada, para generalistas. Não vejo assim. Devemos pensar ao mesmo tempo na nossa formação como cidadãos e como profissionais. Também propomos que certas disciplinas de aplicação não

sejam dadas por professores em dedicação exclusiva, mas por profissionais da indústria. Eu não posso dar uma disciplina de pontes estudando no livro. Para dar essa disciplina, é preciso ter projetado e construído pontes. Outro ponto é acabar com o Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura [Crea] como ele é hoje. O Crea interfere nas disciplinas oferecidas. Tem que deixar a universidade fazer o que achar melhor. Mas, para ser engenheiro credenciado, tem que passar por um exame de ordem do Crea. Isso é legítimo. Você dá liberdade para a universidade funcionar como ela acha melhor para a formação do cidadão e do engenheiro, e dá liberdade aos conselhos profissionais para autorizar o exercício da profissão.

Os empresários também se preocupam com a formação dos engenheiros.

É verdade, mas falta ousadia no setor empresarial. Falta em nossas empresas a vontade de desempenhar um papel de protagonista no desenvolvimento tecnológico. O que se publica de patente hoje no Brasil é absolutamente ridículo.

Qual é o seu vínculo com a Coppe nesse momento? Orienta alunos?

Eu tenho um pouco de escrúpulo, porque há tantos jovens professores que precisam de estudantes. Procuo auxiliar aqueles que estão orientando os estudantes. Me agrego a eles, colaboro. E com a China, porque eu tenho um ex-aluno chinês, Maosheng Jiang, que terminou em 2017 o seu doutorado e voltou para a China. Acabamos de ter dois trabalhos aceitos neste ano, mais duas contribuições que vão sair neste primeiro semestre.

E quais são seus interesses atuais?

Tenho me dedicado mais à pesquisa, coisa que sempre me encantou, mas que foi muito interrompida por outras atividades. Trabalho em dois temas com aplicações interessantes. Um é difusão com fluxos múltiplos, que serve para modelos de movimentos de populações, epidemias e de fluxo de capitais. Permite também avaliar como o seu salário se transforma em gastos e se você está ganhando ou perdendo. Outro tema está relacionado com a geometria de curvas, que podem representar por exemplo árvores ou vasos sanguíneos ou membranas biológicas. A vida acadêmica, a curiosidade, não termina nunca. Nunca envelhece. ■

BIOTECNOLOGIA

TRANSGÊNICOS NA

LUPA

Em 25 anos, a CTNBio aprovou o uso de mais de 150 produtos geneticamente modificados no país

Fabrcio Marques



Todos os meses, um colegiado de 54 especialistas de diferentes disciplinas se reúne em Brasília para avaliar informações técnicas que frequentemente estão na fronteira do conhecimento da genética e da biotecnologia. Nesses encontros, eles tomam decisões que, ao longo dos últimos 25 anos, tiveram influência na economia do país e na alimentação e na saúde dos brasileiros. Os especialistas, com formação em áreas como biossegurança, biologia, medicina, veterinária e ambiente, integram a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), responsável por regular o uso de produtos geneticamente modificados, estabelecer normas para pesquisa e deliberar sobre a comercialização de transgênicos no país.

Entre 1998 e 2019, foram aprovados 152 produtos geneticamente modificados no país, entre plantas, vacinas, medicamentos, microrganismos e até insetos, como um mosquito transgênico para ajudar a combater a disseminação dos vetores da dengue (ver quadro na página 44). A agricultura foi um dos segmentos da economia mais beneficiados. Um levantamento feito em 2019 pela organização Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações de Agrobiotecnologia (Isaaa) mostrou que 53 milhões de hectares são cultivados no Brasil com transgênicos, extensão inferior apenas à dos

Estados Unidos, com 75 milhões de hectares. Eles ocupam aqui no país quase 95% da área plantada de soja, 88% da de milho e 85% da de algodão e avançam em culturas como cana e eucalipto. “É praticamente impossível para um brasileiro não consumir ao menos algum derivado de planta geneticamente modificada todos os dias”, destaca o atual presidente da CTNBio, o engenheiro-agrônomo Paulo Barroso, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). “O consumo desses alimentos, avaliados pela comissão, não causou nenhum malefício à saúde, o que comprova o cuidado com que as deliberações da CTNBio foram tomadas nesses 25 anos.”

O impacto também é abrangente na pecuária. Cabe à CTNBio avaliar a segurança de vacinas geneticamente modificadas utilizadas para imunizar todos os anos centenas de milhões de animais cuja carne é destinada ao consumo humano, como frango, gado e suínos. Nos últimos tempos, o escopo do trabalho da comissão se ampliou. Foi aprovado em março de 2020 o primeiro produto para terapia gênica no país. Desenvolvido pela empresa Novartis, o medicamento corrige uma mutação genética que leva à cegueira.

Durante a pandemia, a comissão convocou nove reuniões extraordinárias para analisar a segurança de vacinas contra Covid-19 baseadas em transgenia. Dois imunizantes foram aprovados,

Campo de soja na fazenda Bom Retiro, em Rondonópolis, Mato Grosso: quase 95% da área plantada do grão no país utiliza sementes geneticamente modificadas

os produzidos pela AstraZeneca e pela Janssen, e a Sputnik V, da Rússia, está em avaliação.

O papel da CTNBio não se limita a avaliar se produtos geneticamente modificados são seguros. O regulamento da comissão cita 22 atribuições diferentes, como autorizar importações, realizar avaliações de risco ou conceder certificados de qualidade em biossegurança para qualquer instituição que pesquise ou produza transgênicos. Os locais onde podem ser executadas as pesquisas de campo necessitam do aval da comissão, de modo a prevenir contaminações no entorno e impactos ambientais indesejáveis. “O vegetal não tem pernas, mas tem pólen e sementes, que podem ser dispersos por insetos, vento e chuva”, explica Barroso.

A pauta da última reunião plenária, realizada em 8 de abril, foi extensa, com destaque para discussões envolvendo processos de liberação de um tipo de trigo resistente à seca e de uma vacina contra dengue. Na pandemia, as reuniões passaram a ser virtuais. Foi preciso adaptar uma plataforma tecnológica para reproduzir o funcionamento da comissão segundo as regras exigidas nos encontros presenciais: os debates devem ser abertos, todos os 54 membros têm direito a voz, mas os 27 suplentes só podem votar se o titular respectivo estiver ausente.

“A participação dos suplentes é essencial para o desempenho da comissão. Eles analisam e relatam processos, e ficam a postos para votar se o titular respectivo não estiver disponível”, explica Flavio Finardi, pesquisador do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (USP), que presidiu a CTNBio entre 2012 e 2014 e hoje é vice-presidente.

A rotina vai além das reuniões mensais. “As demandas da comissão me tomavam pelo menos uns 10 dias de cada mês”, diz a bioquímica Maria Sueli Soares Felipe, professora aposentada da Universidade de Brasília, que participou da comissão entre 2014 e 2020 e a presidiu por dois anos. Os membros se subdividem em quatro subcomissões, incumbidas de analisar processos nas áreas ambiental,

vegetal, animal e de saúde humana e encaminhá-los para a deliberação das reuniões ordinárias. As tarefas são voluntárias – os membros não são remunerados. “É um trabalho extremamente interessante. Os processos envolvem o estado da arte da biotecnologia”, explica Soares Felipe.

Vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a CTNBio começou a funcionar em julho de 1996. Na época, a inserção em um organismo de genes provenientes de outro criava perspectivas novas para o melhoramento de plantas e ao mesmo tempo despertava temores sobre efeitos de longo prazo relacionados à saúde e ao ambiente. Atentos ao potencial da inovação tecnológica, vários países logo regularam o tema, enquanto outros, notadamente na Europa, optaram por legislações restritivas.

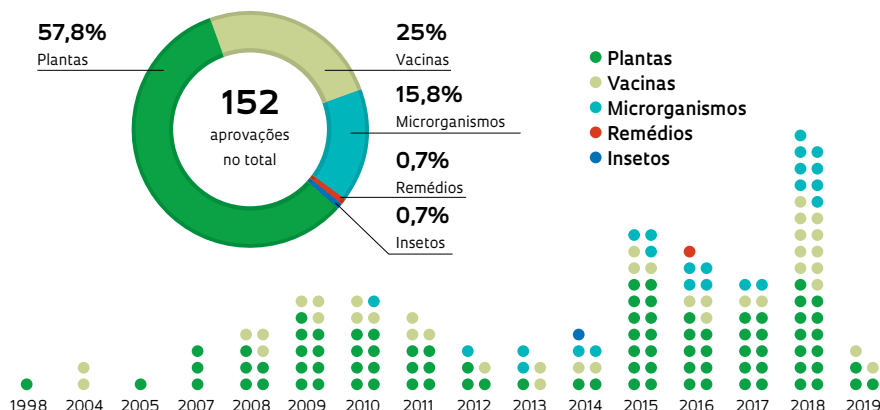
Em 1998, liminar concedida à organização Greenpeace e ao Instituto de Defesa do Consumidor (Idec) reduziu as competências da CTNBio. O pomo da discórdia foi a liberação para plantio da soja transgênica Roundup Ready, da Monsanto, resistente ao agroquímico glifosato. Em 2005, com o advento da nova Lei de Biossegurança, a CTNBio foi recriada com a configuração que tem hoje. Entre seus 54 membros, há representantes de vários ministérios, pesquisadores das áreas de saúde humana e animal, agronomia e meio ambiente, além de especialistas em saúde do trabalhador, direitos do consumidor e agricultura familiar.

O trabalho do colegiado seguiu sendo alvo de contestação promovida por entidades ambientalistas e, internamente, por membros indicados pelos ministérios do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário. Para eles, na presença de qualquer incerteza sobre seus efeitos a longo prazo, o produto transgênico deveria ser vetado. A ideia se baseia no chamado princípio da precaução, mencionado na Lei de Biossegurança.

Já os membros da comissão vinculados à academia e os indicados pelos ministérios da Ciência e da Agricultura alertavam ser impossível em

Um balanço dos transgênicos no país

Produtos geneticamente modificados aprovados no Brasil entre 1998 e 2019



FORTE "BRAZILIAN BIOSAFETY LAW AND THE NEW BREEDING TECHNOLOGIES", 2019. COM BASE EM DADOS DO CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA



No Brasil, 88% do milho plantado é transgênico. Agora, começam a surgir variedades modificadas por ferramentas de edição gênica

qualquer empreendimento científico eliminar todas as incertezas. Mas sustentavam que uma rigorosa avaliação de risco poderia prevenir problemas, garantindo os benefícios da tecnologia. “A segurança que eles exigiam tornaria inviável qualquer pesquisa com transgênicos e era desnecessária, como se demonstrou posteriormente”, afirma o bioquímico Walter Colli, presidente da comissão entre 2006 e 2009 e professor emérito da USP. “A transgenia consiste simplesmente em pegar um gene de um ser vivo e pôr no outro. Cabe à comissão verificar se haverá problemas. Só isso.”

Na avaliação do economista Antonio Marcio Buainain, do Núcleo de Economia Agrícola e Ambiental da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o princípio da precaução foi evocado de forma abusiva. “É um princípio sábio, mas precisa ser usado com sabedoria. Qualquer inovação radical traz riscos. Se for possível controlá-los, vale a pena ir em frente. Se esse conceito fosse levado até o limite extremo, a sociedade não teria hoje inovações que salvaram milhões de vidas e foram importantes para a marcha civilizatória.”

Os embates na CTNBio ecoavam uma controvérsia internacional. De acordo com Buainain, quando os primeiros produtos agrícolas transgênicos despontaram nos anos 1990, houve uma reação à multinacional de sementes Monsanto, que estava à frente na corrida tecnológica. “Na leitura que eu fazia na época, a reação, principalmente na Europa, tinha a ver com o temor de suas grandes empresas de ficar para trás”, afirma. Hoje, Buainain tem outra visão. “O que houve foi a formação de uma coalizão de interesses da sociedade contra

os transgênicos e essa coalizão se fortaleceu na Europa. Reunia organizações ambientalistas e grupos que defendem o direito dos consumidores ou pregam uma alimentação saudável, em torno do fortalecimento da agricultura orgânica”, afirma. A tecnologia dos transgênicos não teve sucesso em superar barreiras levantadas por setores da sociedade. “Não basta que as tecnologias sejam boas. Elas precisam passar por um crivo social e na Europa o crivo se tornou rigoroso”, diz.

Para o economista agrícola Decio Zylbersztajn, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, a forma como a soja transgênica foi lançada quebrou práticas do mercado e produziu ruídos. “Tratava-se de uma venda casada de um pesticida e de uma semente transgênica tolerante a ele”, afirma. Os agricultores foram premiados a pagar uma taxa adicional. “Em vez de cobrar *royalties* na venda de sementes, a Monsanto identificava o uso da soja transgênica na colheita e cobrava uma taxa adicional pelo uso da tecnologia. Os produtores não gostaram da novidade.” Na sua avaliação, a forma imperial como a Monsanto introduziu sua tecnologia atrapalhou o desenvolvimento equilibrado da discussão sobre a transgenia. Um dos resultados, afirma, foi uma reação de consumidores, sobretudo na Europa. “Os consumidores no Brasil e nos Estados Unidos não manifestam a mesma preocupação que os europeus com respeito à transgenia. Mas os consumidores sempre têm de ser respeitados. Não se pode obrigá-los a adquirir aquilo que não querem.”

A visão de que é possível utilizar transgênicos com segurança é compartilhada pela maioria dos

Marcos na trajetória da CTNBio

1995

A Lei nº 8.974, sancionada em janeiro, estabelece normas para a liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados e define as competências reguladoras da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio)

1996

Formada a princípio por 36 membros – 18 titulares e 18 suplentes –, a CTNBio realiza a sua primeira reunião em julho

1998

A comissão aprova o cultivo comercial da primeira planta transgênica, a soja resistente ao herbicida glifosato. Liminar concedida ao Greenpeace e ao Instituto de Defesa do Consumidor (Idec) suspende a competência da CTNBio de emitir pareceres conclusivos

2005

Uma nova Lei de Biossegurança é aprovada. A CTNBio é recriada com outra configuração – 27 membros titulares e 27 suplentes – e começa a funcionar em fevereiro

membros da CTNBio, mas a questão não está pacificada. Para o engenheiro-agrônomo Leonardo Melgarejo, do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que representou o Ministério do Desenvolvimento Agrário na CTNBio entre 2008 e 2014, seguem válidas as premissas sobre impactos dos transgênicos. “Quando se transfere um gene, isso pode afetar outras expressões além das características pretendidas e ter consequências de longo prazo, que precisam ser monitoradas”, diz. Segundo ele, ao contrário do que se prometia, os transgênicos não reduziram o uso de agroquímicos na agricultura. “Temos hoje plantas transgênicas resistentes a vários herbicidas e o lançamento no solo de misturas tóxicas sobre as quais temos pouca informação”, afirma. Na avaliação de Melgarejo, o uso de transgênicos pode produzir impactos que ainda estão por ser mensurados. “Imagine uma planta com um gene inseticida que mata lagartas. Quando você planta milhões de hectares, morrem as lagartas e seus

inimigos naturais. Em um segundo momento, as lagartas podem adquirir resistência ao veneno e encontram um ambiente com poucos inimigos. Como os insetos não morrem, recorre-se a um novo nível de inseticida”, diz. Ele também chama a atenção para impactos sociais. “Para pequenos produtores, comprar sementes transgênicas impõe um custo adicional que não é compensado por um aumento de rendimento. O destino deles acaba sendo vender a terra para grandes produtores.”

Melgarejo critica o caráter deliberativo da CTNBio e afirma que a comissão deveria ter uma atribuição consultiva. “Temos ali cientistas, com formação em áreas muito específicas, fazendo recomendações que não levam em conta o seu impacto político e social”, afirma. “É difícil sustentar uma posição divergente na comissão. Há concordância ampla de que se trabalha lá com ciência de ponta, mas acho alarmante se pensar em uma ciência que não admite dúvidas.”

Barroso, presidente da CTNBio, ressalta que a comissão não tem como papel lidar com questões

Em 2004, foi aprovada a comercialização da primeira variedade de algodão transgênico



2011

Um feijão transgênico resistente à doença mosaico dourado tem a produção aprovada pela CTNBio. Desenvolvido pela Embrapa, ainda não foi lançado comercialmente

2014

Um mosquito modificado geneticamente com potencial para reduzir a população de vetores e a disseminação da dengue é aprovado pela comissão

2018

A CTNBio aprova a Resolução Normativa nº 16, que regula o uso de tecnologias inovadoras de melhoramento. Modificações em organismos feitas com ferramentas de edição gênica, como a técnica Crispr-Cas9, não precisam de aprovação da comissão para serem comercializadas

2020

A comissão aprova o uso comercial do primeiro produto para terapia genética no Brasil, um medicamento para pessoas que perderam a visão por uma doença genética chamada distrofia hereditária da retina

2021

É avaliada de modo expresso a segurança de vacinas contra Covid-19 baseadas em transgenia. Dois imunizantes foram aprovados, os produzidos pela AstraZeneca e pela Janssen. A Sputnik V está em avaliação

econômicas e sociais, mas com a análise da segurança para a saúde e o meio ambiente. Acima do órgão, há o conselho nacional de biossegurança, composto por ministros de Estado. O conselho foi convocado poucas vezes para avaliar recomendações da CTNBio e as referendou.

Em geral, os debates na comissão buscam esclarecer se o risco de um transgênico é maior do que o de um produto convencional. Recentemente, discutiu-se a liberação de um trigo resistente ao estresse hídrico desenvolvido na Argentina. Há incerteza envolvendo a chance de o trigo transgênico ser mais alergênico que o comum. “Concluímos que não há metodologia capaz de tirar essa dúvida”, diz Finardi.

Praticamente não há casos de pedidos de comercialização rejeitados. Quando os estudos requeridos pela comissão dão resultados desfavoráveis, os proponentes retiram os processos antes de sua conclusão. Foi o caso do sorgo resistente ao glifosato. Como é capaz de cruzar com vários tipos de gramíneas, poderia disseminar a tolerância ao herbicida a elas. “Isso também aconteceu com projetos de citros, arroz, alface, cana-de-açúcar, mamão, batata, milho, feijão e muitas outras espécies”, diz Paulo Barroso. Segundo ele, só chegam ao final projetos cujas provas de conceito garantem segurança e têm possibilidade de se tornar um produto. “Enquanto não há informação suficiente, um produto não é aprovado. Quando faltam dados, a empresa precisa fornecê-los ou repetir seus experimentos”, complementa Maria Sueli Soares Felipe.

A regulação de transgênicos no Brasil é diferente da de países com extensões territoriais e agricultura comparáveis ao Brasil. Nos Estados Unidos, não há uma comissão para avaliar a biossegurança de transgênicos. A avaliação é feita em separado por agências do meio ambiente, agricultura e saúde. “No sistema norte-americano é institucionalizada a consulta preliminar das empresas interessadas em liberar um novo produto”, explica Flavio Finardi. Elas devem mostrar que o produto tem “equivalência substancial” ao de origem natural e isso é o bastante para poder

comercializá-lo – na eventualidade de surgirem problemas, a responsabilidade é do criador da tecnologia. “O Canadá segue o mesmo padrão, com aprovação final pelo órgão de saúde”, diz. Na Argentina, há uma comissão para avaliar solicitações, com participação de representantes de empresas entre seus membros.

Uma das atribuições da CTNBio é acompanhar a evolução das tecnologias e propor normas adequadas para novas realidades. Em 2016, a comissão baixou a Resolução Normativa nº 16, estabelecendo que modificações em organismos feitas com ferramentas de edição gênica, como a técnica Crispr-Cas9, não constituem transgenia e não precisam de aprovação da CTNBio para serem comercializadas. Ainda assim, a comissão precisa fazer uma análise prévia dos produtos e atestar que não são mesmo transgênicos. Em 2018, pela primeira vez houve esse aval a uma planta modificada por edição gênica: uma variedade de milho que produz só um tipo de amido, a amilopectina. O milho normal produz dois tipos, a amilopectina e a amilose. Chamado de milho ceroso, é absorvido mais rapidamente pelo organismo e usado em suplementos alimentares.

O agrônomo Alexandre Nepomuceno, atual chefe-geral da Embrapa Soja que até o ano passado era representante do Ministério da Agricultura na CTNBio, explica que as modificações obtidas pela edição gênica são tão pontuais que poderiam ser alcançadas por uma mutação natural. “Mas a ferramenta faz isso com rapidez e eficiência”, explica. Na sua avaliação, a Resolução nº 16 deverá ajudar a disseminar tecnologias efetivas e mais baratas para os produtores. “O objetivo é democratizar o acesso a inovações na agricultura, algo que não foi alcançado pelos transgênicos. O custo para obter a regulamentação de uma planta é altíssimo”, diz. Não é por coincidência, ele observa, que as autorizações de comercialização de transgênicos se concentram em quatro grandes companhias de sementes com fôlego financeiro para bancá-las, e em grandes *commodities* como milho, soja e algodão. “Os produtores se tornaram dependentes dessas empresas e precisam reverter parte razoável do que ganham no pagamento de *royalties*.” ■



INVESTIMENTO

A ORIGEM DO DINHEIRO

Estudo analisa dados de financiamento em artigos para mapear as principais fontes nacionais de apoio à ciência brasileira e seu grau de internacionalização

Rodrigo de Oliveira Andrade

Um levantamento feito por pesquisadores da Universidade de Brasília (UnB) e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) mapeou as principais agências e instituições nacionais responsáveis pelo financiamento da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. Com base em dados do InCites, plataforma de análise da produção científica da Clarivate, integrada à base Web of Science (WoS), eles escrutinaram 963.467 artigos científicos publicados por autores brasileiros entre 1999 e 2019, dos quais 660.308 declararam a fonte de financiamento em notas de agradecimento. Verificaram que metade deles contou com recursos de 10 instituições nacionais, com destaque para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com 192.871 trabalhos apoiados, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), com 109.352, e a FAPESP, com 88.814. Juntas, essas instituições subsidiaram 59,1% dos *papers* publicados no período. “O dispêndio nacional em CT&I segue concentrado em poucas agências”, afirma Concepta Margaret McManus, pesquisadora da UnB e uma das autoras do estudo, publicado na revista *Scientometrics*.

A FAPESP se distingue como um dos principais órgãos de fomento à pesquisa de cientistas de São



Paulo. De forma indireta, a Fundação também colaborou com o desenvolvimento científico em outros estados (ver tabela na página 51). “Isso se deve às colaborações que pesquisadores por ela financiados mantêm com parceiros dessas localidades no âmbito de acordos de cooperação mantidos pela Fundação”, considera McManus. Outro destaque foi a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, a Faperj. Os artigos dos pesquisadores financiados pela instituição tiveram o melhor desempenho em um dos indicadores analisados no estudo, o CNCI, sigla para Category Normalized Citation Impact, que permite comparar o impacto de artigos de idade e áreas diferentes. O desempenho é atribuído à frequência de pesquisas realizadas em colaboração com empresas, notadamente a Petrobras.

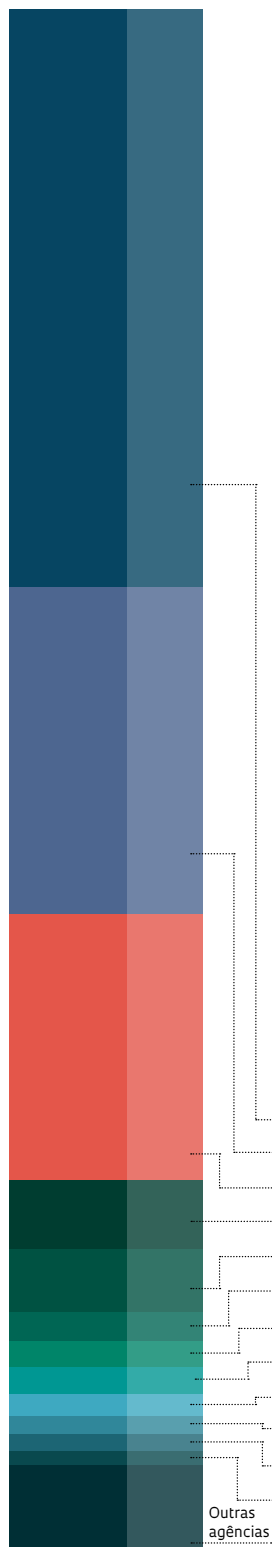
No estudo, os pesquisadores também usaram os dados sobre financiamento para estimar o grau de internacionalização da ciência brasileira no período – abordagem ainda pouco utilizada em trabalhos no campo da ciétiometria. Para tanto, analisaram os artigos subsidiados parcial ou exclusivamente com recursos externos. Verificaram que instituições de pelo menos 68 países, além da União Europeia, contribuíram para o financiamento de mais de 145 mil trabalhos com pelo menos um pesquisador brasileiro entre os autores, sobretudo nas áreas

de bioquímica e biologia molecular, ciência dos materiais e farmacologia. Estados Unidos e Alemanha se destacaram nesse sentido; as agências desses países apoiaram, respectivamente, 6,8% e 2,3% dos artigos em coautoria com pelo menos um brasileiro no período. Os recursos, no caso dos Estados Unidos, vieram especialmente da National Science Foundation (NSF), principal agência de fomento à ciência básica daquele país, e dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), que apoiam estudos na área de saúde. Já no caso da Alemanha, os valores vieram majoritariamente da Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), o mais destacado órgão de apoio à pesquisa alemão.

O trabalho também buscou medir o impacto dos artigos com autores brasileiros à luz de seus agentes financiadores, contabilizando aqueles publicados em periódicos que integram o índice Q1 de revistas mais influentes. Constataram que 37,8% dos 455.766 artigos financiados por agências brasileiras foram publicados em revistas Q1 entre 1999 e 2019. Apesar de terem financiado quase metade da produção nacional, menos de 40% dos artigos subsidiados pela Capes e pelo CNPq apareceram em revistas de alto impacto. Esse percentual foi significativamente maior no caso de publicações que tiveram recursos internacionais (ver tabela na página 50).

660.308

artigos publicados
entre 1999 e 2019



Na avaliação do cientista social Abílio Baeta Neves, da Assessoria para Assuntos Acadêmicos da PUC-RS e um dos autores do estudo, o desempenho das pesquisas financiadas pelas agências internacionais deve ser analisado com cautela, para que não se assuma que o alto impacto dos trabalhos subsidiados com recursos externos resulte de um processo de seleção mais criterioso – “como se as instituições nacionais”, ele diz, “não fossem rigorosas o suficiente para selecionar projetos com potencial de alto impacto”.

Ele esclarece que os artigos que contam com recursos externos quase sempre envolvem colaborações com pesquisadores de outros países, “as quais tendem a aumentar a visibilidade dos artigos e a potencializar suas citações”, destaca o pesquisador, que foi presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) e da Capes. “A participação brasileira nesses casos tende a ser diluída em grupos de cientistas de vários países, de modo que não é possível dizer que as agências internacionais estão financiando a ciência nacional, mas, sim, que os pesquisadores brasileiros estão conseguindo se inserir em colaborações internacionais, as quais, naturalmente, contam com recursos de agências do exterior.”

O índice de colaboração internacional no Brasil quase dobrou na última década, saltando de 24,18% em 2009 para 40,55% em 2019, segundo estudo publicado na *Scientometrics* em 2020. Ao mesmo tempo, a relação entre colaborações internacionais e alto impacto científico encontra respaldo em estudos recentes. Um deles, realiza-

ORÇAMENTO VARIADO

As principais fontes financiadoras citadas nas notas de agradecimento de artigos com pelo menos um autor brasileiro

| Número de artigos | Agências financiadoras | % em revista de alto impacto | Média de citação por artigo |
|-------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 192.871 | CNPQ | 39,35 | 11,78 |
| 109.352 | CAPES | 38,39 | 10,97 |
| 88.814 | FAPESP | 43,19 | 13,05 |
| 23.246 | FAPEMIG | 34,75 | 10,10 |
| 20.809 | FAPERJ | 44,71 | 14,04 |
| 9.812 | NSF | 73,02 | 34,86 |
| 8.879 | FINEP | 45,76 | 17,14 |
| 8.810 | NIH | 67,32 | 37,06 |
| 7.532 | FAPERGS | 35,44 | 12,73 |
| 5.902 | FCT | 66,90 | 27,54 |
| 5.594 | EU | 71,40 | 32,50 |
| 4.906 | DFG | 79,66 | 33,72 |

FONTE: MCMANUS, C. E. BAETA NEVES, A. SCIENTOMETRICS. 2020

do pelo físico Carlos Henrique de Brito Cruz, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e diretor científico da FAPESP entre 2005 e 2020, envolvendo artigos com até 10 autores publicados em periódicos indexados na WoS entre 2015 e 2017, verificou que o número de citações dos artigos brasileiros tende a aumentar quando produzidos em colaboração com pesquisadores de outros países. O impacto desses trabalhos também pode variar de acordo com o país com o qual se está colaborando (ver Pesquisa FAPESP nº 289). “Isso indica que não apenas o tipo de financiamento, mas a área na qual o *paper* se insere, o número de autores e seus países de origem ou da instituição à qual estão vinculados precisam ser levados em conta em análises dessa natureza”, diz a bióloga Jacqueline Leta, do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

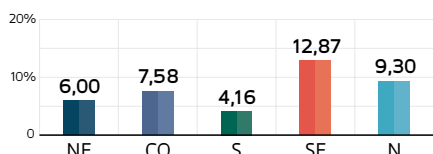
Outras limitações dos dados precisam ser consideradas. O trabalho baseou-se em informações sobre fontes de financiamento recuperadas de textos de rodapé dos artigos científicos. “Isso é um problema porque nem todas as agências no Brasil exigem que os pesquisadores façam referência ao apoio que receberam em seus trabalhos, de modo que as informações disponíveis podem produzir resultados imprecisos”, explica McManus. É o caso da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), que ainda não faz essa exigência em suas orientações aos pesquisadores financiados e sequer aparece no levantamento. Algumas agências brasileiras só recentemente impuseram essa condição. Desde 2013 a FAPESP determina que os pesquisadores apontem o apoio que receberam da Fundação em suas publicações, ao passo que a Capes adotou essa política em 2018. “Vários artigos financiados pelo órgão federal podem ter ficado de fora da nossa amostra”, comenta a pesquisadora da UnB. “Há casos ainda de instituições que fazem essa exigência no contrato que assinam com os pesquisadores quando da concessão dos recursos, mas que depois não verificam se eles realmente a cumpriram”, complementa Samile Andréa Vanz, professora da Faculdade de Biblioteconomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O físico Antonio Gomes de Souza Filho, do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará (UFC), vê outro tipo de dificuldade para determinar o impacto real de cada agência nos resultados nacionais de CT&I. Ele lembra que os pesquisadores são financiados por diversas instituições ao longo da carreira e seus trabalhos podem resultar de investimentos cruzados e acumulados. “Os cientistas no Brasil amiúde utilizam recursos da agência A para abordar questões oriundas de projetos patrocinados pela agência B, os quais avançaram graças à infraestrutura adquirida com recursos da agência C e ao trabalho de estudantes de mestrado e doutorado, e estagiários de pós-doutorado financiados pela

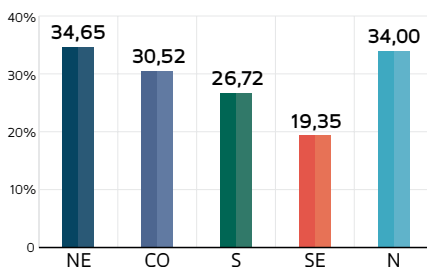
FONTES NACIONAIS

Percentual de artigos que citam as cinco principais agências de fomento brasileiras por região do país*

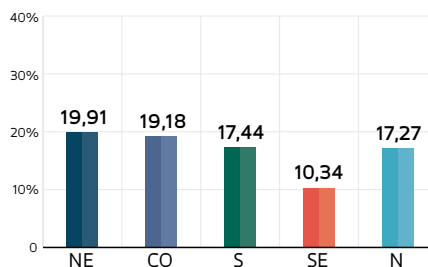
FAPESP



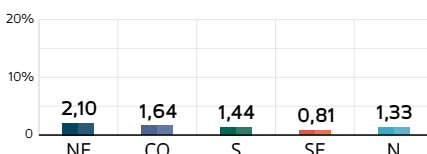
CNPQ



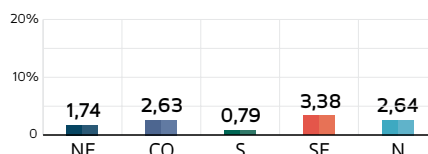
CAPES



FINEP



FAPEMIG



*REGIÃO DA INSTITUIÇÃO-SEDE À QUAL OS AUTORES DOS ARTIGOS ESTÃO VINCULADOS

FONTE: MCMANUS, C. E. BAETA NEVES, A. SCIENTOMETRICS. 2020

agência D”, afirma. “Há uma complementariedade entre o financiamento das agências brasileiras na formação dos pesquisadores e na visibilidade e no impacto dos trabalhos que publicam mais tarde com apoio de órgãos internacionais, por exemplo.”

Na avaliação de Leta, a falta de distinção entre as categorias de fomento também dificulta a interpretação dos dados do estudo. “Arriscaria dizer que grande parte das referências imputadas às agências nacionais está associada a bolsas de mestrado, doutorado e estágio de pós-doutorado, enquanto as atribuídas às agências internacionais dizem respeito majoritariamente ao custeio de projetos de pesquisa. São formas distintas de financiamento, de modo que não é possível compará-las diretamente”, destaca a pesquisadora, especialista em cientometria. Para se poder obter taxas de atribuições mais precisas e realizar comparações mais adequadas seria preciso refinar os dados, excluir as referências às bolsas de formação, contabilizando apenas os auxílios a projetos. “O desempenho das agências nacionais em número de artigos financiados, sobretudo no caso de Capes e CNPq, seria bem menor se contabilizássemos só projetos de pesquisa, da mesma forma que observaríamos variações em suas taxas de citações se excluíssemos as bolsas de pós-graduação.”

O neurocientista Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP, vai na mesma linha. “O quadro destacado no trabalho é interessante, mas deve ser interpretado com cautela, pois a comparação se dá entre formas distintas de fomento”, diz. “Do contrário”, acrescenta, “a comparação torna-se enviesada, uma vez que, no conjunto, Capes e CNPq concedem muito mais bolsas de iniciação científica e pós-graduação do que qualquer agência de fomento estadual, ou mesmo todas as agências estaduais somadas”.

Apesar das limitações, o estudo da *Scientometrics* permite refletir sobre as atuais estratégias de financiamento de CT&I no Brasil. Na avaliação de Baeta Neves, “os dados de impacto dos trabalhos financiados com recursos nacionais sugerem que as agências brasileiras ainda parecem mais comprometidas com a ampliação do sistema nacional de CT&I do que com o financiamento de projetos com potencial de impacto internacional. Financia-se muito, mas o resultado dessa produção é mediano”, afirma. Segundo ele, a consolidação do sistema de CT&I foi importante no passado, e, em certa medida, ainda o é em algumas regiões do país. “Mas em algum momento teremos de avaliar se está na hora de o Brasil dar o próximo passo e priorizar aspectos qualitativos que nos permitam ter um melhor desempenho internacional.”

Para Souza Filho, o país precisa investir em um ecossistema equilibrado de financiamento de CT&I capaz de atender a investigações com diferentes características e objetivos. A formação desse ambiente, porém, requer definição de áreas prioritárias e estabilidade de recursos. “Quando muitos setores são escolhidos como prioritários, a capacidade de reação das agências tende a ser diluída, de modo que muitas prioridades se tornam o mesmo que nenhuma”, pontua. Samile Vanz, da UFRGS, sugere que as agências estimulem mais as colaborações internacionais, que são um caminho natural em busca de uma ciência de mais impacto. Ela observa, porém, que muitos grupos trabalham em temas que têm relevância regional e nem sempre despertam interesse de revistas de alto impacto ou parceiros de outros países. “É importante financiar esses trabalhos que buscam resolver problemas próprios da realidade brasileira.” ■

Os artigos científicos citados nesta reportagem estão listados na versão on-line.

TRANSPARÊNCIA PARA GARANTIR CONFIANÇA





Estudos se debruçam sobre conflitos de interesse na ciência médica

Um artigo publicado em abril na revista científica *PLOS ONE* colocou em xeque algumas das políticas vigentes para prevenir conflitos de interesse na formulação de diretrizes de práticas clínicas. Tais diretrizes são atualizadas frequentemente por sociedades e organizações médicas dos Estados Unidos e da Europa, mas essas entidades parecem não dispor de ferramentas para afastar a influência de empresas ou de grupos, de acordo com o estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Vanderbilt, situada no estado norte-americano do Tennessee. “Essas diretrizes têm um grande impacto na forma como se pratica a medicina em todo o mundo”, disse ao site *The Academic Times* o médico John Henry Brems, um dos autores do trabalho. Além das práticas médicas, ele explica, até mesmo as companhias de seguro se baseiam nas diretrizes para decidir quais despesas devem ser reembolsadas.

Os pesquisadores escrutinaram na internet as políticas de conflito de interesse de 46 organizações médicas responsáveis pelas diretrizes. Descobriram que 10 delas nem sequer divulgam suas orientações sobre o assunto, como o Colégio Americano de Ginecologistas e Obstetras e a Sociedade Americana de Cirurgiões de Cólon e de Reto. Só uma, a Associação

Britânica de Saúde Sexual e HIV, seguia todos os sete padrões de transparência propostos pela Academia de Medicina dos Estados Unidos, entre os quais se destacam a necessidade de que cada especialista envolvido na formulação de diretrizes informe antes do início do trabalho qualquer atividade que possa pôr em dúvida a sua imparcialidade e a proibição de que aqueles com choques declarados ocupem funções executivas nos painéis.

A sombra do conflito de interesses nas diretrizes, observa Brems, tem força para minar a confiança pública na ciência. Ele observa que recomendações de diferentes instituições frequentemente divergem. No caso do câncer de mama, por exemplo, há orientações para que a mamografia seja feita a cada dois anos a partir dos 40 anos ou a partir dos 50 anos. “É absolutamente essencial saber se há choque de interesse envolvendo os formuladores desses documentos”, afirma.

De acordo com a definição do Comitê Internacional de Editores de Periódicos Médicos, existe conflito quando o juízo de um profissional sobre um interesse primário, como a interpretação fidedigna de dados de um experimento, pode vir a sofrer influência de um interesse secundário, a exemplo dos anseios do patrocinador privado do estudo. Na literatura científica, há vários exemplos de patro-

cinadores de pesquisas que enviesaram o desenho e a análise de estudos e a forma como foram divulgados. Um artigo publicado em 2018 por médicos australianos no *American Journal of Public Health* debruçou-se sobre os resultados de 36 estudos que tratavam de pesquisas financiadas pelas indústrias do tabaco, do álcool, do açúcar e do petróleo – e concluiu que esses segmentos ajudaram a traçar a agenda científica em várias áreas do conhecimento.

A existência de um conflito não significa, contudo, que os resultados de um estudo estejam errados ou que seus autores tenham cometido má conduta – se for esse o caso, o trabalho nem sequer deveria ser publicado, embora isso eventualmente aconteça. De todo modo, é essencial declarar o choque de interesses para que o avaliador de um projeto de pesquisa, o revisor de um *paper* ou os leitores de um trabalho estejam informados sobre a possibilidade de vieses.

O debate sobre a fidedignidade das diretrizes não é novo. Em 2004, um editorial do *New England Journal of Medicine* criticou o patrocínio privado às diretrizes sobre sepse, que levou a uma reconfiguração das orientações sobre o tratamento de infecção generalizada. Em um caso recente que não configurou conflito de interesses, o especialista em nutrição Brian Wansink foi demitido da Universidade de

Cornell em 2019 quando se constatou que fraudava estatísticas em suas pesquisas. Wansink havia sido diretor do Centro para Promoção e Políticas de Nutrição do governo norte-americano e coordenou as U.S. Dietary Guidelines no período de 2007 a 2009.

O estudo dos pesquisadores da Universidade de Vanderbilt é revelador de um esforço recente em estudar e combater conflitos de interesse nos ambientes médico e acadêmico. Em 2019, a ProPublica, organização jornalística sem fins lucrativos, criou um banco de informações com declarações de conflitos de interesse de cientistas e médicos coletados de agências de fomento e instituições de pesquisa dos Estados Unidos. A iniciativa mostrou que, entre 2012 e 2019, US\$ 188 milhões foram concedidos a pesquisadores que, em seus projetos, declararam ter algum vínculo com organizações com interesse econômico na área do estudo. O banco de dados da ProPublica foi útil não só para ampliar a transparência das informações, mas também para rastrear pesquisadores que não declararam interesses concorrentes. Em parceria com o jornal *The New York Times*, a organização conseguiu identificar casos como o do oncologista José Baselga, que há dois anos foi demitido do cargo de diretor médico do hospital Memorial Sloan Kettering Cancer Center,

USO POLÍTICO NA DISTRIBUIÇÃO DE VACINAS

Países que saíam na frente no combate à Covid-19, seja porque produziram suas próprias vacinas ou as adquiriram em grandes quantidades, estão usando os imunizantes como ferramenta política. Enquanto os Estados Unidos acumulam doses de diferentes fabricantes para uso interno, visando a imunização de seus cidadãos e a retomada da economia, nações emergentes usam as vacinas para ampliar sua influência geopolítica, “pautando uma saída multilateral alternativa à oferecida pelos países ricos”, comenta Amâncio Jorge Silva Nunes de Oliveira, do Centro de Estudos das Negociações Internacionais do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo (IRI-USP).

A China foi a primeira a fazer uso político dos imunizantes, prometendo ajudar as nações em desenvolvimento antes mesmo de iniciar a produção em massa de uma vacina comprovadamente segura e eficaz contra a doença. O objetivo do governo chinês nesse caso é melhorar sua imagem e mostrar ao mundo que é uma potência capaz de fazer frente aos Estados Unidos em termos científicos. A Rússia também busca dividendo geopolítico com sua contestada vacina

Sputnik V. O imunizante já foi aprovado em 60 países, todos de baixa ou média renda, sobretudo do Leste Europeu. “Pode-se dizer que o interesse russo é o mesmo da China, isto é, tentar ocupar espaços vazios deixados pelos Estados Unidos em regiões como América Latina e África”, diz Oliveira.

Também Cuba enxerga nas vacinas um caminho para obter ganhos políticos e diplomáticos. A ilha de apenas 11 milhões de habitantes trabalha hoje no desenvolvimento de cinco candidatas a imunizante. A mais avançada é a Soberana-2, da BioCubaFarma, empresa estatal de biotecnologia, em fase 3 de testes clínicos. Do ponto de vista interno, o governo cubano espera poder imunizar sua população. Do ponto de vista geopolítico, espera ganhar protagonismo internacional – sendo o primeiro país latino-americano a criar uma vacina contra Covid-19.

A Índia produz hoje cerca de 2,5 milhões de doses diárias da Covishield, desenvolvida pela Universidade de Oxford, no Reino Unido, em parceria com a farmacêutica sueco-britânica AstraZeneca. Em janeiro, o país também aprovou o uso emergencial da Covaxin, produzida pela empresa Bharat Biotech, em colaboração com o Instituto Nacional de

Virologia e o Conselho Indiano de Pesquisa Médica. A disponibilidade de imunizantes permitiu ao país exportar milhões de doses para nações vizinhas, como Nepal, Sri Lanka e Bangladesh, fazendo frente à influência chinesa na região.

“É possível, contudo, que o aumento recorde de casos da doença no país coloque em xeque a estratégia indiana”, comenta a cientista política Maria Hermínia Tavares de Almeida, do Centro Brasileiro de Pesquisa e Planejamento (Cebrap). “A Índia será o país que talvez terá mais dificuldade para conciliar a necessidade de imunização de sua população com seus interesses geopolíticos.” Com 1,4 bilhão de habitantes, apenas 7,9% de sua população recebeu vacinas contra Covid-19 até 14 de abril. Os temores de escassez de doses levaram o governo a suspender temporariamente as exportações da Covishield em fins de março.

Nos Estados Unidos, diz Almeida, a imunização avança rapidamente e o presidente Joe Biden busca estabelecer um contraste claro em relação à maneira como o governo anterior lidava com a pandemia. “A estratégia do presidente Joe Biden está focada na política interna”, afirma. ■ **Rodrigo de Oliveira Andrade**

A DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE É ESSENCIAL PARA INFORMAR SOBRE O RISCO DE PARCIALIDADE

A DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE É ESSENCIAL PARA INFORMAR SOBRE O RISCO DE PARCIALIDADE

depois de reconhecer que não informou o apoio de empresas farmacêuticas e de biotecnologia em dezenas de artigos científicos de sua autoria (ver Pesquisa FAPESP nº 272). O comportamento não tinha nenhuma relação com diretrizes de práticas clínicas, bem ao contrário. As regras estabelecendo a divulgação de conflitos de interesse em *papers* foram criadas pela Associação Americana de Pesquisa sobre o Câncer quando o próprio Baselga era seu presidente – ele optou por não segui-las.

O receio gerado por conflitos de interesse em geral se vincula à influência de patrocinadores sobre resultados de pesquisa. “Mas há interferências menos explícitas que nem sempre são devidamente informadas”, diz o reumatologista e especialista em bioética José Marques Filho, autor de um artigo de revisão publicado na *Revista Brasileira de Clínica Médica* sobre o problema na relação de médicos e indústria farmacêutica. Marques, que até recentemente foi o coordenador da Comissão de Ética da Sociedade Brasileira de Reumatologia, refere-se, por exemplo, ao patrocínio de fabricantes de medicamentos à organização de congressos de sociedades médicas e científicas, que vê como uma ameaça à liberdade acadêmica. “Os patrocinadores naturalmente exercem um poder de intervenção sobre a pauta de congressos”, sustenta. “Também não é incomum que ofereçam facilidades para que um médico ou pesquisador participe de conferências internacionais a convite de organizadores, o que não configura uma influência econômica direta. Isso gera um vínculo entre empresa e pesquisador que raramente é informado.”

No Brasil, há legislação que coíbe esse tipo de má conduta. “Mas ela não é nova e deveria ser atualizada à luz do conhecimento que vem se acumulando sobre o tema”, observa Marques Filho. Desde 1996, vigoram resoluções do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos segundo as quais é necessário assegurar a inexistência de conflitos de interesse entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa e o patrocinador do projeto. Já uma resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), de 2000, determina que o patrocínio por um fabricante de medicamentos a sim-

pósios, congressos e conferências e assemelhados deve constar de todos os documentos resultantes dos eventos. Determina, ainda, que o apoio a profissionais de saúde para participar de encontros, nacionais ou estrangeiros, não pode ser condicionado à promoção de medicamentos.

A concepção de conflitos de interesse vem se tornando mais ampla. Há tempos, as revistas científicas exigem que os autores de *papers* assinem uma declaração informando se tem vínculo com instituições potencialmente interessadas nos resultados de seu estudo. Desde 2018, os periódicos do grupo *Nature* passaram a requerer também a divulgação de vínculos não financeiros, tais como a afiliação a organizações não governamentais e a grupos de pressão, se os autores são conselheiros em entidades com fins lucrativos ou trabalham como consultores, por exemplo, para organizações educacionais. A justificativa é de que o processo científico está sob um escrutínio cada vez mais intenso e de que a transparência é a melhor forma de manter a confiança do público. É uma preocupação que vem crescendo. Antes de 2001, as declarações não eram obrigatórias e só nos últimos anos passaram a ser exigidas para autores de resenhas ou de artigos de opinião.

Há outros flancos na comunicação científica, como vínculos entre os autores e os revisores de periódicos incumbidos de avaliar o conteúdo de artigos. A editora suíça *Frontiers*, que publica mais de 90 periódicos científicos em acesso aberto, desenvolveu um software que utiliza inteligência artificial para examinar artigos e identificar problemas relacionados à sua integridade. O programa avisa quando os autores de um manuscrito e os editores e revisores que estão apreciando o seu conteúdo já assinaram outros artigos, proximidade que pode tornar a avaliação subjetiva e configurar conflitos de interesse (ver Pesquisa FAPESP nº 299). Já a editora Elsevier, que publica mais de 3 mil periódicos científicos, criou um guia com regras que procuram evitar o problema. Vários tipos de vínculos entre revisores e autores são proibidos – eles não podem ter publicado um artigo juntos nos três anos anteriores, pertencer ao mesmo departamento ou manter relações pessoais ou familiares. Atuar em projetos colaborativos ou organizar juntos conferências científicas não são impedimento. ■

Fabrcio Marques

Artigos científicos

BREMS, J. H. et al. Analysis of conflict of interest policies among organizations producing clinical practice guidelines. *PLOS ONE*. abr. 2021. MARQUES Fº, J. A dimensão bioética dos conflitos de interesses na relação entre médico e indústria farmacêutica. *Revista Brasileira de Clínica Médica*. v.8, nº 2, p.148-53. 2010.

LAÇOS DE FAMÍLIA



Diferentes ângulos de dente molar inferior de *Homo sapiens* com antepassado neandertal encontrado na caverna Bacho Kiro, na Bulgária

Há cerca de 46 mil anos seres humanos modernos já habitavam o coração da Europa e tiveram filhos com neandertais

Ricardo Zorzetto

Uma caverna ao pé dos Balcãs na região de Dryanovo, município de 8 mil habitantes na parte central da Bulgária, abriga um dos registros mais antigos da presença de seres humanos de feições modernas na Europa. Os quatro fragmentos de osso e o dente molar inferior escavados entre 2015 e 2018 na caverna Bacho Kiro pertencem a três *Homo sapiens* que viveram entre 45,9 mil e 42,5 mil anos atrás. A análise do genoma desses fósseis, realizada pelo grupo do paleogeneticista sueco Svante Pääbo, do Instituto Max Planck de Antropologia Evolutiva, em Leipzig, Alemanha, mostra que esses humanos modernos eram híbridos. Eles resultaram do cruzamento de *Homo sapiens* com os seus parentes evolutivamente mais próximos, hoje extintos: os neandertais (*Homo neanderthalensis*), seres humanos arcaicos que surgiram entre 700 mil e 500 mil anos atrás em algum lugar da Europa ou da Ásia e tinham o corpo mais atarracado, a face mais protuberante e o crânio mais baixo e alongado do que o das populações humanas atuais.

De 400 mil a 40 mil anos atrás, pequenos grupos de neandertais se distribuíram por uma região que hoje abrange a Europa, o oeste da Ásia e o Oriente Médio. Desde o sequenciamento do genoma neandertal em 2010, os dados genéticos sugerem com frequência que, em algumas das ocasiões em que se encontraram, *H. sapiens* e neandertais se reproduziram e deixaram descendentes férteis. Por essa razão, populações humanas atuais sem ancestralidade exclusivamente africana abrigam

em seu genoma trechos de DNA neandertal – não há evidências de que neandertais tenham vivido na África. Os especialistas defendem que essa pequena contribuição tenha influenciado certas características dos seres humanos modernos. Vários estudos já associaram genes neandertais a traços mais vantajosos, como um sistema imune mais robusto, o que teria permitido ao *H. sapiens* sobreviver aos patógenos de novos ambientes e se espalhar pelo planeta, ou desvantajosos, como maior risco de desenvolver doenças como diabetes ou depressão.

No caso de Bacho Kiro, os três *Homo sapiens* mais antigos da caverna tiveram entre seus ancestrais um antepassado não muito distante – um pentavô ou hexavô – neandertal, segundo artigo publicado em 7 de abril na revista *Nature* pela equipe de Pääbo, autoridade mundial no estudo de DNA antigo. Como consequência, de 3,4% a 3,8% do genoma desses indivíduos era neandertal, proporção maior do que a encontrada hoje (de 1,8% a 2,6%) nos seres humanos sem ascendência africana. “Temos agora alguns dos genomas humanos mais antigos que existem”, afirmou a paleogeneticista Mateja Hajdinjak, primeira autora do trabalho e hoje pesquisadora no Instituto Francis Crick, no Reino Unido, à revista *Nature*.

Também em 7 de abril, outro grupo do Max Planck, coordenado pelo paleogeneticista alemão Johannes Krause, apresentou na revista *Nature Ecology & Evolution* um recálculo da idade de outro fóssil de *H. sapiens* com ascendência neandertal. É um crânio quase completo de uma mulher, conhecido como Zlatý kůň (cavalo dourado, em che-



Zlatý kůň, crânio encontrado nos anos 1950 na República Checa, pertenceu a ser humano moderno do sexo feminino com ascendência neandertal. Sua idade agora foi estimada em mais de 45 mil anos

co), encontrado no início dos anos 1950 em uma caverna próxima a Praga, na República Checa, a quase 1.500 quilômetros a noroeste de Bacho Kiro. Krause e seus colaboradores não conseguiram datar diretamente o crânio pelo método do carbono 14, mas extraíram DNA. A análise dos trechos de origem neandertal permitiu estimar em ao menos 45 mil anos a idade de Zlatý kůň, que teria tido um antepassado neandertal 80 gerações (quase 2 mil anos) antes.

Fósseis tão antigos de seres humanos modernos raramente são encontrados fora da África, onde a espécie surgiu. Com a publicação desses resultados, no entanto, em um só dia saltou de dois para seis o total de fósseis de *H. sapiens* com mais de 40 mil anos de idade e ancestralidade neandertal. Aos de Bacho Kiro e ao crânio Zlatý kůň, somam-se outros dois: um fêmur de 45 mil anos encontrado em 2008 no vilarejo de Ust'-Ishim, na porção ocidental da Sibéria, e uma mandíbula denominada Oase 1, com 37 mil a 42 mil anos de idade, achada em 2003 em uma caverna no sudoeste da Romênia. O chamado homem de Ust'-Ishim teve um ancestral neandertal entre 8 mil e 13 mil anos antes (ou seja, entre 53 mil e 58 mil anos atrás), enquanto Oase 1, com 9% de DNA neandertal, descende de um cruzamento ocorrido havia menos de seis gerações.

“A descoberta de que os humanos modernos do Pleistoceno Superior sistematicamente apresentam evidências de ancestralidade neandertal recente sugere que esse padrão de cruzamento não era uma exceção, mas a regra”, escreveu o paleogeneticista Carles Lalueza-Fox, do Instituto de Biologia Evolutiva, em Barcelona, Espanha, em um comentário

sobre os dois trabalhos, publicado na *Nature Ecology & Evolution*. Curiosamente, lembra o pesquisador espanhol, até o momento só foi registrado o fluxo de genes de neandertais para *H. sapiens*. “É possível que os humanos modernos pudessem tolerar híbridos, mas os neandertais não. Ou que indivíduos mestiços tenham sido socialmente rejeitados pelos grupos de neandertais”, supõe Lalueza-Fox.

A ideia de que *H. sapiens* tenham convivido com neandertais não é nova. Antes dos estudos de DNA antigo, já existiam evidências arqueológicas dessa coexistência no Oriente Médio e na Europa. Cavernas em Israel e na Jordânia guardam resquícios de ocupação em sequência das duas espécies. Além disso, alguns fósseis, como o de uma criança encontrado no Abrigo de Lagar Velho, em Portugal, apresentavam traços mistos de *H. sapiens* e neandertal. “Os dados genéticos atuais permitem vislumbrar um cenário complexo de migrações de *H. sapiens* para a Europa, aonde chegaram por volta de 45 mil anos atrás”, conta a bioantropóloga Mercedes Okumura, coordenadora do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da Universidade de São Paulo (USP).

Traçar a árvore genealógica dos hominídeos e conhecer como cada espécie se relacionou com as outras do mesmo gênero não é tarefa simples. Os fósseis antigos são escassos e, quando achados, é difícil extrair material genético deles. As descobertas dos últimos anos sugerem que o *H. sapiens* surgiu no norte da África cerca de 300 mil anos atrás, mas só mais tarde se aventurou por outros continentes. Os fósseis indicam ao menos três principais saídas desse continente: a primeira há pouco mais de 100 mil anos para o Oriente Médio (onde teriam encontrado neandertais), a segunda entre 70 mil e 50 mil anos atrás para o sul da Ásia e a terceira, há uns 60

Na caverna Bacho Kiro, na Bulgária, arqueólogos escavam camada em que foram encontrados quatro ossos fossilizados de *Homo sapiens* com idade entre 45,9 mil e 42,5 mil anos



mil anos, para o centro-norte da Ásia e a Europa, onde novamente se depararam com grupos de *H. neanderthalensis*. “É possível que nessas migrações algumas das populações humanas tenham tido mais contato com neandertais, enquanto outras não os tenham encontrado. Isso justificaria por que só alguns esqueletos apresentam evidência de cruzamento”, explica Okumura.

A existência de várias ondas migratórias também ajuda a entender por que apenas alguns dos *H. sapiens* mais antigos que viveram fora da África guardam certo parentesco com os seres humanos atuais. Os dados indicam que os indivíduos de Bacho Kiro, assim como o homem de Ust'-Ishim e Oase 1, têm semelhanças genéticas com populações do leste asiático e das Américas, mas não com as da Europa. Isso sugere que eles seriam representantes de uma população que inicialmente se espalhou pelo continente europeu e asiático e depois desapareceu da Europa. Já o fóssil Zlatý kůň não compartilha características genéticas com populações atuais. Pertenceria a um grupo de *H. sapiens* que interagiu com neandertais e foi extinto.

Estudos arqueológicos e genéticos dos últimos anos têm contribuído para desfazer a ideia, por muito tempo prevalente, de que os neandertais teriam sido mais primitivos e menos habilidosos do que os *H. sapiens*. Ligeiramente mais altos, fortes e com cérebro um pouco maior, eles caçavam animais de grande porte, produziam ferramentas sofisticadas (lanças, machados, lâminas, anzóis) e trançavam cordões a partir de fibras vegetais (possivelmente faziam roupas). Vestígios achados em cavernas indicam que sabiam usar plantas medicinais, produziam representação simbólica (pinturas em paredes e estruturas usando estalagmites) e sepultavam os mortos. Tudo antes de os humanos modernos deixarem a África.

Embora a maior parte do conhecimento sobre os neandertais seja produzida por estrangeiros, pesquisadores brasileiros também contribuíram para conhecer como teriam sido esses parentes próximos. Assim que saiu o genoma neandertal, em 2010, o grupo coordenado pelos geneticistas Francisco Salzano (1928-2018) e Maria Cátira Bortolini na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) realizou trabalhos sugerindo que, do ponto de vista genético, neandertais não seriam tão diferentes de *H. sapiens*.

A geneticista Tábita Hünemeier, então aluna de doutorado na UFRGS e hoje pesquisadora da USP, comparou as características em humanos modernos e neandertais da região gênica HACNS1, associada à capacidade de andar em duas pernas e à destreza manual. Atribuiu-se a esse trecho do genoma, mais expresso nos pés e nas mãos, a habilidade dos *H. sapiens* de realizar o movimento de pinça com os

O crânio de *H. neanderthalensis* (à esq.) é maior e mais alongado do que o de *H. sapiens* (à dir.)



3

dedos polegar e indicador, fundamental para movimentos de precisão. Segundo os resultados publicados em 2010 no *American Journal of Physical Anthropology*, essa região é idêntica tanto em seres humanos modernos como arcaicos, sinal de que teriam potencial de alcançar nível semelhante de destreza. “A versão presente nesses dois grupos deve ter sido selecionada antes do surgimento dos representantes do gênero *Homo*”, conta Hünemeier.

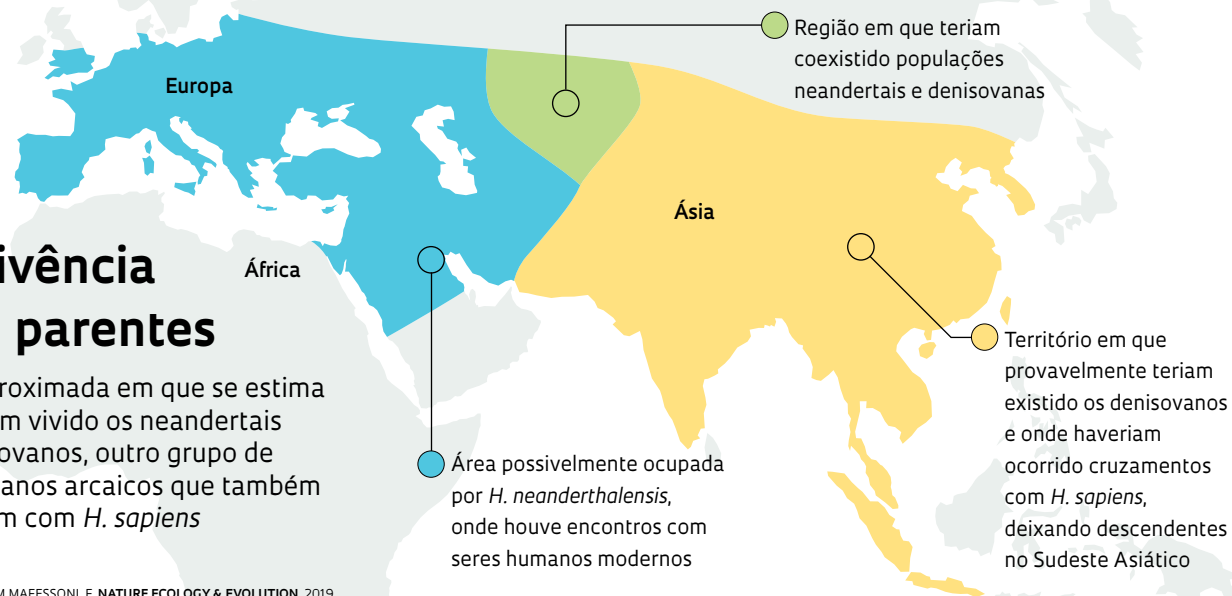
Hoje pesquisadora na Universidade Federal da Bahia (UFBA), Vanessa Paixão-Cortes, à época também aluna de doutorado no grupo da UFRGS, decidiu testar a hipótese, comum no meio científico, de que os neandertais seriam menos inteligentes do que *H. sapiens*. Ela analisou 162 genes que, nos primatas, estão associados à formação do cérebro – e, de certo modo, à inteligência. Cinquenta e um genes eram exclusivos do gênero *Homo* e apresentavam 93 mutações. Nos neandertais, não havia dados disponíveis para apenas 25 dessas mutações. As demais eram idênticas à dos humanos modernos, segundo o resultado publicado em 2013 no *American Journal of Human Biology*. “Levando em conta o background genético, não encontramos diferença que permitisse dizer que uma das espécies poderia ser mais inteligente”, afirma Paixão-Cortes.

Em um estudo publicado em fevereiro deste ano na *Science*, o neurocientista brasileiro Alysson Muotri e sua equipe na Universidade da Califórnia em San Diego, Estados Unidos, chegaram a um resultado diferente. Eles usaram uma técnica de edição gênica para criar minicérebros (órgãos em miniatura que simulam o cérebro) contendo um gene neandertal no lugar de seu equivalente humano. Os minicérebros com o gene arcaico se desenvolveram mais rapidamente do que os com o gene dos seres humanos modernos, mas ficaram menores, possivelmente porque apresentavam

Convivência entre parentes

Região aproximada em que se estima que tenham vivido os neandertais e os denisovanos, outro grupo de seres humanos arcaicos que também interagiram com *H. sapiens*

FONTE BASEADO EM MAFFEISSONI, F. NATURE ECOLOGY & EVOLUTION. 2019



uma proliferação mais lenta dos neurônios e taxa maior de morte celular. Também tinham menos proteínas associadas às conexões (sinapses) entre neurônios, indicando uma rede mais simplificada e menos eficaz de transmissão de informações. “Nossa hipótese é de que as redes neurais do cérebro humano se tornaram muito mais complexas ao longo da evolução”, explicou Muotri na reportagem “Cérebro neandertal em laboratório”, publicada no site de *Pesquisa FAPESP*.

Outro trabalho do grupo do Rio Grande do Sul contribuiu para desfazer a ideia de que os neandertais fossem sempre ruivos e de olhos claros. Três mulheres neandertais cujos fósseis foram encontrados na Croácia integravam a amostra do estudo, que analisou em seres humanos modernos e arcaicos variações de 67 genes ligados à pigmentação de pele, olhos e cabelos. Segundo o resultado, publicado em 2012 no *American Journal of Human Biology*, uma das neandertais era ruiva com pele clara e as outras eram morenas, com pele e cabelos mais escuros. Todas tinham olhos castanhos (ver *Pesquisa FAPESP* nº 193).

À parte questões sobre semelhanças e inteligência, é cada vez mais evidente que a pequena contribuição neandertal – em média, 2% – para o genoma dos *H. sapiens* influenciou algumas características dos seres humanos modernos. Em 2017, o grupo coordenado pelo geneticista Joshua Akey, à época na Universidade de Washington, em Seattle, Estados Unidos, constatou que essa herança neandertal não é silenciosa. De acordo com o trabalho, publicado na revista *Cell*, ao menos 25% dos genes neandertais introduzidos no genoma humano estão ativos em diferentes graus nos diversos tecidos do corpo.

Nos últimos anos, dezenas de estudos já associaram genes neandertais à manifestação de traços

mais vantajosos ou a maior risco de desenvolver doenças. Genes neandertais já foram ligados à capacidade de os seres humanos atuais viverem em grandes altitudes, à maior fertilidade e ao menor risco de sangramento em mulheres. Mas também à maior probabilidade de desenvolver diabetes, esquizofrenia, depressão e lúpus ou mesmo à de sentir mais dor. Recentemente, Pääbo e Hugo Zeberg, um colaborador do Instituto Karolinska, na Suécia, apresentaram resultados mostrando que pessoas com uma região do cromossomo 3 herdada dos neandertais correm maior risco de morrer de Covid-19, enquanto as que têm um trecho de origem neandertal no cromossomo 12 estariam um pouco mais protegidas de adoecer se forem infectadas pelo vírus.

A maior contribuição, no entanto, parece ter sido para a robustez do sistema imune. Em 2018, também na *Cell*, os biólogos David Enard, da Universidade do Arizona, e Dmitri Petrov, da Universidade Stanford, ambas nos Estados Unidos, mostraram que diversos genes herdados dos neandertais conferem proteção contra vírus, o que pode ter sido fundamental para a sobrevivência dos seres humanos modernos, após a saída da África. Como lembraram Akey e seus colaboradores em 2017, os neandertais foram extintos há cerca de 40 mil anos, mas muito do seu DNA continua vivo nos seres humanos modernos, moldando a biologia humana. ■

Artigos científicos

HAJDINJAK, M. *et al.* Initial Upper Palaeolithic humans in Europe had recent Neanderthal ancestry. *Nature*. 7 abr. 2021.

PRÜFER, K. *et al.* A genome sequence from a modern human skull over 45,000 years old from Zlatý kůň in Czechia. *Nature Ecology & Evolution*. 7 abr. 2021.

Os demais artigos citados nesta reportagem estão listados na versão on-line.



Macho de caboclinho-de-barriga-vermelha, que divide o mesmo hábitat com o caboclinho-do-iberá (ver imagens da próxima página), ataca réplica de madeira de sua espécie



CORES E CANTOS DA EVOLUÇÃO

Tons da plumagem e vocalização favorecem a formação de novas espécies em um grupo de aves

Eduardo Geraque*

Especiação é o termo usado em biologia evolutiva para designar o processo que leva ao aparecimento de uma nova espécie a partir de um grupo que se destaca dos demais membros de uma população ancestral e acaba desenvolvendo características únicas. Na maioria dos casos, esse mecanismo é bem lento, ocorre ao longo de várias gerações e pode se prolongar por milhares ou até milhões de anos. A consolidação de uma nova espécie geralmente ocorre depois que seus representantes se isolam geograficamente da população original, e esses dois grupos de indivíduos perdem a capacidade de trocar material genético e gerar descendentes viáveis. Mas, em certas circunstâncias, novas espécies podem se formar antes de haver separação física ou incompatibilidade genética entre a população ancestral e o grupo que dela se separou.

Um estudo publicado em 25 de março na revista *Science* sugere que a emergência de uns poucos traços físicos e comportamentais, como a cor da plumagem dos machos e seu padrão de canto, é fator suficientemente forte para estimular o surgimento de novas espécies de caboclinhos, pequenas aves do gênero *Sporophila* que englobam mais de 40 espécies e que vivem principalmente em áreas abertas da América do Sul. Com cerca de 10 centímetros de comprimento e pesando menos de 10 gramas, os caboclinhos chamam a atenção por seu canto melodioso.



Segundo o trabalho, feito por uma equipe internacional de biólogos e ornitólogos, duas espécies desse grupo de aves – o caboclinho-do-iberá (*Sporophila iberensis*) e o caboclinho-de-barriga-vermelha (*Sporophila hypoxantha*) – dividem o mesmo hábitat (a porção norte dos Esteros del Iberá, uma área pantanosa no centro da Argentina), têm genomas quase idênticos e são capazes de gerar descendentes híbridos férteis, como demonstram experimentos em cativeiro. Ambos os caboclinhos fazem ninhos em áreas muito próximas, reproduzem-se na mesma época e dividem os locais de alimentação. Ainda assim, de acordo com experimentos de campo e análises genéticas, as fêmeas quase sempre se reproduzem com os machos de sua espécie e evitam os pretendentes da espécie vizinha. No estudo, foi analisado o DNA de 37 exemplares de machos e fêmeas das duas espécies.

Para os autores do artigo, as fêmeas determinam a espécie de seus parceiros de acasalamento pela cor das penas e seu padrão de canto. Ao longo do tempo, essa preferência sexual teria levado à separação das duas espécies. “O estudo mostra que as espécies podem surgir e divergir rapidamente com base em caracteres como a plumagem e o canto; também indica que a separação genética completa pode demorar muito mais tempo para aparecer”, afirma o ornitólogo Luís Fábio Silveira, curador das coleções de aves do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP), um dos autores do artigo, que desenvolve projeto financiado pela FAPESP voltado ao estudo de espécies endêmicas de trechos da Mata Atlântica do Nordeste, onde também ocorrem algumas formas de caboclinhos. “O isolamento morfológico e comportamental ocorre muito antes do genético, e isso pode ser um fator preponderante para o surgimento de novas espécies.”



Atualmente, três critérios fundamentais são usados para propor a existência de novas espécies de aves: a análise de sua morfologia, de seu material genético e de suas vocalizações. Para alguns autores, basta haver diferenças em um desses parâmetros para se pleitear a existência de uma nova espécie. Outros consideram mais prudente fazer tal proposta quando pelo menos dois critérios se mostram distintos.

A aparência dos machos e das fêmeas de caboclinhos exibe algumas particularidades. Em todas as espécies, e não apenas nas duas estudadas no parque argentino, a coloração das fêmeas é muito semelhante. Seu dorso é mais escuro e a parte ventral mais clara, em tons oliva. No entanto, os machos de cada espécie tendem a exibir uma plumagem bem específica. O caboclinho-do-iberá, por exemplo, tem o ventre forrado por penas claras, bastante diverso da cor alaranjada que reveste essa parte do corpo do caboclinho-de-barriga-vermelha.

Ao lado do biólogo evolutivo argentino Leonardo Campagna, do Laboratório de Ornitologia da Universidade Cornell, dos Estados Unidos, Silveira tem estudado a origem e o processo de especiação em aves do gênero *Sporophila*, os caboclinhos (ver Pesquisa FAPESP nºs 236 e 256). “Esse é um grupo muito especial de aves por causa da grande semelhança genética entre suas espécies. Ele está no início do processo de especiação e isso nos permite focar nas poucas áreas do genoma que são diferentes e provavelmente responsáveis pelo



Sequência de imagens mostra as reações agressivas de um macho de caboclinho-do-iberá à presença em seu território de réplica de madeira de outro macho de sua espécie



aparecimento e evolução de espécies distintas”, comenta Campagna, coordenador dos trabalhos da equipe que produziu o estudo sobre o caboclinho-do-iberá e o caboclinho-de-barriga-vermelha. O DNA dessas duas espécies é igual em 99,9%. Apenas 12 genes apresentam sequências distintas, sendo três deles envolvidos com a coloração da plumagem. “A maioria das espécies conhecidas de aves está evoluindo separadamente há muito tempo e apresentam tantas diferenças que é muito difícil saber quais eram realmente importantes no começo da especiação”, afirma o biólogo evolutivo.

Conduzido por uma aluna de doutorado da Universidade do Colorado, em Boulder, Estados Unidos, a bióloga norte-americana Sheela Turbek, que é a primeira autora do estudo recém-publicado, um experimento de campo feito ao longo de três anos em Esteros del Iberá forneceu os indícios mais fortes do comportamento sexual das duas espécies de caboclinhos na natureza. No território dos machos, ela instalou réplicas de madeira da versão masculina do caboclinho-do-iberá, do caboclinho-de-barriga-vermelha e de *Sporophila collaris*, o coleiro-do-brejo, ave que tem uma plumagem com um padrão de cor intermediário entre a de *Sporophila iberaensis* e *Sporophila hypoxantha*. Ao lado das réplicas, Turbek tocou, de forma alternada, gravações com o canto dos machos do caboclinho-do-iberá e do caboclinho-de-barriga-vermelha e observou, ao longo de três anos de trabalho de campo, como 76 machos de verdade dessas duas espécies (36 de *Sporophila iberaensis* e 40 de *Sporophila hypoxantha*) se comportavam diante de falsa concorrência das aves de madeira.

Os caboclinhos-do-iberá se mostraram mais agressivos quando reconheciam seu próprio canto e encontravam um falso macho de madeira de sua espécie – um competidor em potencial pela corte da fêmea – e ignoraram em grande medida a réplica de pau dos caboclinhos-de-barriga-vermelha, provavelmente vista como um não concorrente. Em

relação à cópia de madeira do coleiro-do-brejo, que tinha cores intermediárias e fazia o papel de um híbrido das outras duas espécies, as reações foram menos marcantes, oscilando entre algum grau de agressão e de desprezo. Os machos de *Sporophila hypoxantha* apresentaram o mesmo padrão de comportamento em relação às cópias de madeira das três espécies de caboclinhos.

Para o biólogo norte-americano Erich D. Jarvis, do Laboratório de Neurogenética da Linguagem da Universidade Rockefeller, de Nova York, não é possível dizer se a preferência sexual das fêmeas por machos que entoam um certo padrão de canto é uma opção determinada por uma escolha meramente cultural ou cultural e genética. “Aves canoras são um dos raros grupos de espécies que têm aprendizagem vocal, capacidade de imitar sons e transmiti-los culturalmente de uma geração para outra”, afirma Jarvis em artigo publicado na mesma edição da *Science* comentando o estudo sobre os caboclinhos. “Os achados de Turbek e seus colegas levantam a questão de quão difundido pode ser esse mecanismo de pré-acasalamento na especiação. Talvez ele possa dar origem a diferenças populacionais locais numa espécie.” ■

*Colaborou Marcos Pivetta

Projeto

Avaliação, recuperação e conservação da fauna ameaçada de extinção do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) (nº 17/23548-2); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Luís Fábio Silveira (USP); Investimento R\$ 3.421.045,40.

Artigos científicos

TURBEK, S. *et al.* Rapid speciation via the evolution of pre-mating isolation in the Iberá Seedeater. *Science*. 26 mar. 2021.

JARVIS, E. D. At the beginning of speciation. *Science*. 26 mar. 2021.

RISCO DE MAIS DESASTRES NATURAIS

Aquecimento global deve favorecer aumento de inundações bruscas e deslizamentos de terra causados por chuvas extremas no Sul, Sudeste e leste do Nordeste

Marcos Pivetta

O aumento gradual do aquecimento global ao longo deste século deve intensificar progressivamente a incidência de chuvas extremas e elevar o risco de deslizamentos de terras e inundações bruscas nas regiões Sul e Sudeste e na faixa leste do Nordeste, onde ficam os maiores centros urbanos e se concentram mais de dois terços da população do Brasil. Se a temperatura média do planeta subir 4 graus Celsius (°C) em relação ao valor apresentado no final do século XIX, logo após a Revolução Industrial, a probabilidade de, por exemplo, ocorrer enxurradas na Região Metropolitana de São Paulo, que atualmente já é considerável, cresce quase 15%. A elevação do risco de deslizamentos de terra na maior megálope brasileira é um pouco menor, mas ainda assim significativa, da ordem de 10%. Essas são algumas das conclusões de um artigo de modelagem climática publicado em 3 de março no periódico *Frontiers in Climate* por pesquisadores do Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (Cemaden), locali-

zado no interior paulista, e do Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services, do Reino Unido.

O aumento de 10% a 15% no risco de haver desastres, como o previsto para a Grande São Paulo, pode parecer pouco, mas sua relação com os impactos das calamidades não é linear. “Vimos que o potencial de ocorrer mais inundações e deslizamentos de terra aumenta sobretudo nas regiões onde hoje esse risco já é alto”, comenta um dos autores do artigo, o climatologista José Antonio Marengo, coordenador de pesquisa e desenvolvimento do Cemaden. “Se a temperatura global subir 1,5 ou 2 °C, o custo de se adaptar a essa situação será muito elevado. Caso o aumento seja de 4 °C, o processo de adaptação em si fica quase inviável.” Marengo estuda os impactos das mudanças climáticas no Brasil por meio de projetos financiados pela FAPESP e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Na porção ocidental da região Norte e em setores do Centro-Oeste, deslizamentos e inundações também tendem a se tornar mais frequentes com o avan-

ço de temporais decorrentes do aquecimento global ao longo deste século, segundo o estudo. Mas, por essas áreas terem baixa densidade demográfica, os deslizamentos de terra e enchentes raramente afetam a vida dos moradores locais e tendem a não provocar desastres com vítimas humanas ou patrimoniais.

A vulnerabilidade da Região Metropolitana de São Paulo não é um caso extremo e isolado. Em quase todas as áreas em torno das capitais do país há elevação da probabilidade de haver deslizamentos de terra e inundações, de acordo com as simulações. Em Curitiba, se a temperatura subir 4° C, o risco de ocorrer deslizamentos sobe cerca de 10%. Em Porto Alegre e no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, duas áreas que atualmente apresentam os maiores níveis de risco para deslizamentos de terra no país, o aumento da temperatura planetária faz o risco desse tipo de desastre crescer entre 2% e 7%. A situação é semelhante quando o foco são as inundações. Como São Paulo, Florianópolis é outra capital em que o estudo aponta um aumento acima de 10% no risco de incidência de inundações por causa do aquecimento global.



Estudo prevê que o risco de enchentes na Região Metropolitana de São Paulo pode aumentar até 15% em razão do aquecimento global

Das grandes capitais, Recife parece ser uma exceção. As simulações não apontaram risco aumentado de ocorrer inundações e deslizamentos. No caso da capital pernambucana e de outros pontos do Nordeste, não se trata apenas de a região apresentar uma menor propensão natural a ser alvo de desastres decorrentes de chuvas extremas. Há também uma falta de consenso dos modelos climáticos sobre como o aquecimento global vai afetar o regime de chuvas na região e, por conseguinte, impactar a probabilidade de haver enchentes e deslizamentos. “Nosso grau de confiança para fazer previsões em boa parte do Nordeste é menor do que no Sul e Sudeste”, diz o pesquisador Pedro Camarinha, especialista em mudanças climáticas e desastres do Cemaden, outro autor do estudo. “Para essas duas regiões, geralmente cinco dos seis modelos climáticos que usamos no estudo apontam resultados semelhantes.”

As projeções do artigo se baseiam em uma abordagem ligeiramente diferente da que usualmente tem sido adotada em trabalhos similares. Em vez de se preocupar em determinar em que década deste século a temperatura média global, em

razão do aumento do chamado efeito estufa, vai alcançar um certo nível, os pesquisadores direcionaram o foco de seu estudo para outra questão: qual será o impacto no risco de haver inundações e deslizamentos de terra quando, independentemente do ano, o aquecimento global atingir três cenários possíveis, aumentos de 1,5°, 2° e 4 °C na temperatura média planetária em relação ao valor registrado em 1880, de 13,7 °C?

Para responder a essa pergunta, a equipe do Cemaden e do Hadley Centre usou os parâmetros atuais de ocupação e demografia do território nacional e calculou o risco atual de haver enchentes e deslizamentos de terra em todo o país. Em seguida, sem alterar o tamanho da população brasileira e sua distribuição geográfica, inseriu os três cenários de aquecimento global em seis modelos climáticos globais, desenvolvidos por diferentes centros de estudo, entre os quais o Hadley Centre. No fim do processo, cada modelo forneceu para diferentes pontos do país e, para os três distintos graus de aumento de temperatura, novos índices referentes ao risco de haver enchentes e grandes deslizamentos de terra.

Desde a Revolução Industrial, em razão do acúmulo dos chamados gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono e o metano, o planeta se tornou, em média, 1,1 °C mais quente. As previsões mais recentes feitas no âmbito de trabalhos que vão embasar o próximo relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que deve ser lançado no segundo semestre de 2021, apontam que o marco de 1,5 °C deve ser atingido em no máximo duas décadas. “Mesmo que agora reduzíssemos a zero todas as emissões de gases de efeito, provavelmente iríamos ultrapassar esse limite nos próximos anos”, diz Marengo. “Precisamos adaptar nossas cidades a essa nova realidade.” ■

Projeto

INCT 2014: INCT para Mudanças Climáticas (INCT-MC) (nº 14/50848-9); Modalidade Projeto Temático; Programa Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais; Acordo CNPq-INCTs; Pesquisador responsável José Antonio Marengo (Cemaden); Investimento R\$ 4.212.831,77.

Artigo científico

MARENGO, J. A. *et al.* Extreme rainfall and hydro-geo-meteorological disaster risk in 1.5, 2.0, and 4.0 °C global warming scenarios: An analysis for Brazil. *Frontiers in Climate*. 3 mar. 2021.

AMBIENTE

CONTRA O AQUECIMENTO GLOBAL

Academias de ciências dos Estados Unidos defendem criação de programa de pesquisas para estudar viabilidade de medidas com potencial para resfriar a Terra

Imagem de satélite da erupção do vulcão La Soufrière em abril deste ano na ilha caribenha de São Vicente e Granadinas: cinzas atuam como aerossóis e reduzem a temperatura

A chamada geoengenharia solar é uma expressão guarda-chuva usada para designar intervenções climáticas polêmicas, com efeitos intencionais e colaterais ainda não totalmente compreendidos pela ciência, mas que poderiam ser promovidas deliberadamente pelo homem para tentar resfriar o planeta. Esse conceito abarca diferentes técnicas que, em tese, poderiam atuar como forças contrárias ao aquecimento global. No final de março, as academias nacionais de ciência, medicina e engenharia dos Estados Unidos divulgaram um relatório conjunto em que se posicionam a favor da criação de um programa nacional de pesquisa em geoengenharia solar para estudar os impactos de três tipos de intervenções: injetar aerossóis (partículas sólidas ou líquidas) na estratosfera, acima de 11 quilômetros (km) de altitude; estimular a formação de nuvens marinhas, até 3 km acima dos oceanos; e tornar mais finas as nuvens do tipo cirrus, situadas entre 6 e 13 km de altitude.

A injeção de aerossóis na estratosfera e o estímulo à formação de nuvens sobre o mar poderiam aumentar a capacidade da Terra de refletir os raios solares, modificação que poderia causar um resfriamento temporário, em nível local ou até global. A terceira modalidade de intervenção atuaria por um mecanismo diferente. Formadas por cristais de gelo, as nuvens do tipo cirrus funcionam como um cobertor sobre a Terra. Dificultam o escape de calor de sua superfície e regulam a temperatura. Torná-las menos densas faria com que mais radiação térmica escapasse do planeta, tornando-o mais frio. Segundo o documento, essas linhas de pesquisa deveriam receber investimentos entre US\$ 100 e 200 milhões nos próximos cinco anos.

Uma política a favor de mais pesquisa em geoengenharia solar não significa apoio à implementação de procedimentos para mudar intencionalmente o clima, enfatizam os autores do texto. Tampouco deve servir como pretexto para abandonar ou afrouxar metas de redução da emissão de gases de efeito estufa, cujo acúmulo gradativo na atmosfera é a causa primária do aquecimento global. Desde o final do século XIX, a temperatura média global subiu 1,1 grau Celsius (°C), o que está alterando o clima em todo o planeta. Se as emissões de gases de efeito estufa não caírem rapidamente, a Terra poderá aquecer até 4 °C ao longo deste século, com possíveis consequências catastróficas para a humanidade (ver reportagem na página 64), de acordo com projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

“O programa de pesquisa deve se concentrar em ajudar a sociedade a tomar decisões mais conscientes”, diz, em comunicado para a imprensa, o biólogo ambiental Chris Field, diretor do Instituto Stanford Woods para o Meio Ambiente e

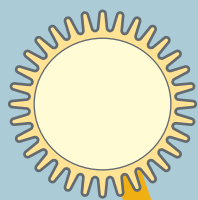
presidente do comitê que escreveu o relatório. “À medida que continuamos a progredir lentamente no enfrentamento das mudanças climáticas, precisamos urgentemente entender toda a gama de opções disponíveis para aliviar seus danos. Com base em evidências das ciências sociais, ciências naturais e tecnologia, esse programa de pesquisa pode indicar que a geoengenharia solar não deve mais ser cogitada ou, ao contrário, concluir que ela justifica um esforço adicional.” O relatório não aborda outra vertente da geoengenharia climática, que estuda a retirada de gases de efeito estufa da atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono, e seu armazenamento em diferentes pontos do planeta (no solo, nos oceanos ou nas plantas).

Os dois primeiros tipos de intervenção de que trata o documento são inspirados em fenômenos observados pelo homem na natureza. As cinzas de grandes erupções vulcânicas, como a do monte Pinatubo, nas Filipinas, em 1991, atuam como aerossóis na alta atmosfera e refletem a luz solar. Dessa forma, uma parte da radiação não chega à Terra, que fica mais fria temporariamente. A atividade do Pinatubo foi capaz de tornar o clima global 0,5 °C menos quente por um ano. O segundo procedimento, o de estimular a formação de nuvens marinhas de baixa altitude, também se espelha em um fenômeno real. As partículas de poluição atmosférica produzidas por grandes embarcações que cruzam os oceanos funcionam como núcleos de condensação de nuvens. Ao longo do trajeto dos navios, formam-se nuvens brancas que tornam a atmosfera imediatamente acima da superfície dos mares mais alva em vez de azulada. Esse efeito aumenta a capacidade local de refletir a luz solar e esfria o planeta.

“Nosso nível de conhecimento científico sobre as três técnicas de geoengenharia solar é bastante limitado e distinto”, explica, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*, a física Sarah Doherty, do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de Washington, nos Estados Unidos. “Conhecemos razoavelmente bem os efeitos da injeção de aerossóis e não tão bem o da criação de nuvens marinhas, mas entendemos muito pouco sobre como tornar as nuvens do tipo cirrus mais finas.” Doherty comanda uma iniciativa internacional, The Marine Cloud Brightening Project, que pretende realizar um experimento com o intuito de aumentar a quantidade de aerossóis sobre um trecho de oceano e estimular a formação de nuvens marinhas. Em vez da poluição dos navios, os aerossóis a serem usados serão partículas de sal marinho. Ainda não há data para o experimento ser feito. “Estamos trabalhando na fase de modelagem climática”, diz. Alguns experimentos similares já foram conduzidos na Austrália e na Califórnia, com resultados inconclusivos.

Além do risco de provocar uma série de efeitos colaterais climáticos indesejados, eventuais intervenções humanas no funcionamento da atmosfera hoje não são disciplinadas por organismos internacionais e multilaterais. “Não há nenhuma governança global instituída nessa área. Nada impede que o governo de um país ou um bilionário resolva financiar uma iniciativa sem nenhuma base científica. Se uma intervenção der errado, quem arca com as consequências?”, lembra Paulo Artaxo, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP), especialista no estudo de aerossóis e membro da coordenação do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG). “Precisamos de estudos sérios e abrangentes, que envolvam pesquisadores de todo o globo, não apenas dos países ricos.” O relatório das academias norte-americanas estima que 90% dos *papers* sobre geoengenharia solar foram produzidos nos Estados Unidos e na Europa. Em abril de 2018, Artaxo e mais 11 pesquisadores de países em desenvolvimento publicaram um comentário na revista *Nature* em que alertavam para os riscos de que as nações mais pobres poderiam ser as mais afetadas pelas mudanças climáticas e por eventuais intervenções no âmbito da geoengenharia solar.

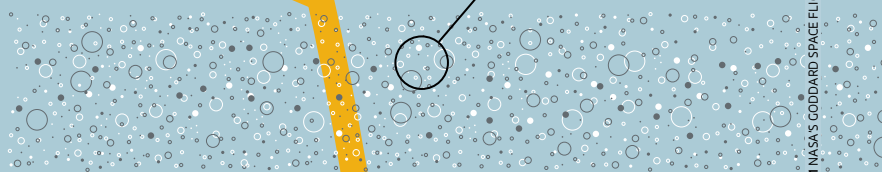
Os estudos de modelagem climática que simulam a injeção de aerossóis na alta atmosfera indicam que esse tipo de intervenção talvez possa gerar temporariamente algum nível de resfriamento global, mas há grande incerteza sobre eventuais efeitos colaterais. Um dos temores é que uma quantidade extra de aerossóis possa danificar a camada de ozônio, que se encontra na estratosfera e protege a vida terrestre da radiação ultravioleta vinda do Sol. “A geoengenharia solar é muito controversa e pode ser usada como desculpa para manter em níveis altos as emissões de gases de efeito estufa”, pondera o climatologista Carlos Nobre, do Instituto de Estudos Avançados da USP. “Ela pode não só



Três propostas de geoengenharia solar

Ações teriam objetivo de alterar parâmetros da atmosfera para tentar reduzir a temperatura

Aumentar na estratosfera a quantidade de aerossóis, pequenas partículas que podem refletir a luz solar



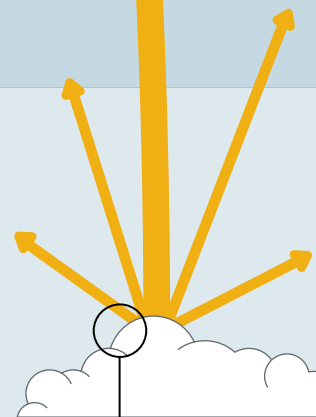
Tornar mais finas as nuvens de alta altitude do tipo cirrus para deixar escapar mais calor da Terra



Adicionar partículas na baixa atmosfera para estimular a formação de nuvens marinhas mais brancas, que refletem mais a luz solar



Nuvens marinhas





Aerossol estratosférico
16-25 km

Nuvens cirrus
6-13 km

Nuvens marinhas
0-3 km

modificar o clima da estratosfera, mas alterar as circulações atmosféricas em escala global. Mesmo que reduzam um pouquinho a radiação solar que chega à superfície, essas mudanças de circulação podem, por exemplo, afetar o regime de chuvas, de forma semipermanente.”

Algumas instituições de pesquisa e universidades dos Estados Unidos e da Europa criaram recentemente iniciativas para pesquisar a geoengenharia solar. Esses esforços envolvem uma série de estudos com características distintas. Há trabalhos que averiguam fenômenos da natureza que alteram o clima. Existem estudos de modelagem que tentam reproduzir virtualmente intervenções sobre o clima. E há os experimentos de campo, mais controversos por definição. Afinal, são alterações de pequena escala, de caráter temporário, em uma região localizada do planeta para estudar possíveis efeitos locais e globais dessa intervenção.

O experimento de campo que mais desperta interesse é o Stratospheric Controlled Perturbation Experiment (SCoPEX), coordenado pelo físico-químico alemão Frank Keutsch, da Universidade Harvard, dos Estados Unidos. O projeto foi concebido para ser o primeiro ensaio com injeção de aerossóis na estratosfera, camada da atmosfera entre 7 e 50 km de altitude. Com a ajuda de um balão de alta altitude, um equipamento de injeção de aerossóis vai ser levado a uma altura de 20 km e soltar 2 quilos de partículas de carbonato de cálcio ao longo de 1 km de extensão. “Essa quantidade de partículas é ínfima. Equivale à poluição expelida por um jato comercial durante

apenas um minuto de voo”, compara Keutsch, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*. O voo inaugural do SCoPEX estava programado para ocorrer em meados deste ano no norte da Suécia, mas foi cancelado devido a protestos de grupos ambientais e de indígenas do país nórdico. Nesse primeiro voo, não haveria liberação de partículas. Seria feito apenas um teste para ver se os instrumentos estariam funcionando a contento. “O episódio nos ensina que temos de informar melhor as pessoas sobre os objetivos da nossa pesquisa”, comenta o pesquisador alemão, que terá de encontrar um novo lugar para realizar o experimento.

Para Keutsch, o uso da geoengenharia climática só pode ser cogitado se houver mais pesquisas que mostrem sua eficácia e segurança e, ainda assim, de forma complementar a outras ações. Ele gosta de usar uma analogia médica para destacar os limites e os perigos de a humanidade depender apenas desse tipo de intervenção para combater as mudanças climáticas. Diz que há o risco moral de o homem relaxar de seus tênues esforços para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e apostar apenas na ação temporária de medidas paliativas. Como analgésicos que tiram a dor, mas não combatem sua causa, essas ações amenizam o problema sem, no entanto, atacar a sua origem. “O mundo precisa de uma cirurgia invasiva, de uma drástica redução nas emissões de gases de efeito estufa, não somente de morfina”, compara Keutsch. No melhor dos cenários, as intervenções de geoengenharia climática podem ser úteis para diminuir a dor enquanto a operação é feita. ■

Marcos Pivetta



TURBULÊNCIA NO AR

Para superar um dos momentos mais difíceis de sua história, Embraer investe em novos projetos de inovação e utiliza seu portfólio de aeronaves

Yuri Vasconcelos



E-jets E2:
família de jatos
comerciais
bem-sucedida

O ano de 2020 não vai deixar saudade para a Embraer. A fabricante de aviões de São José dos Campos (SP), pode-se dizer, enfrentou uma tempestade perfeita. De um lado, a pandemia do novo coronavírus, que atingiu duramente a aviação comercial global, fez com que as vendas de novos aviões despencassem. De outro, a decisão da Boeing, em abril do ano passado, de romper o acordo firmado em 2018 pelo qual planejava adquirir a divisão de jatos comerciais da Embraer, responsável pela bem-sucedida família de E-Jets. A companhia receberia US\$ 4,2 bilhões pelo negócio e ficaria com 20% das ações da *joint venture* a ser criada – os 80% restantes seriam da gigante norte-americana (ver Pesquisa FAPESP nºs 268 e 291). O cancelamento do negócio foi parar em uma corte de arbitragem e segue inconcluso, com as ex-parceiras responsabilizando uma à outra pelo desfecho negativo do empreendimento.

Os reflexos de um ano tão turbulento tornaram-se visíveis no balanço de 2020. As entregas de aeronaves da empresa sofreram uma queda de 34% em relação ao ano anterior (130 unidades ante 198) e o *backlog*, a carteira de encomendas de novos aviões, encolheu 15%, atingindo US\$ 14,4 bilhões. A receita total, que computa os resultados das divisões de aviões comerciais, jatos executivos, projetos de defesa e serviços, caiu 10%, para R\$ 19,6 bilhões, impactada principalmente pelo baixo desempenho da aviação comercial, enquanto o prejuízo líquido quase triplicou, saltando de R\$ 1,32 bilhão para R\$ 3,62 bilhões. “A pandemia afetou fortemente os nossos negócios”, reconheceu o presidente da Embraer, Francisco Gomes Neto, durante a apresentação dos números de 2020. “A crise ainda não acabou, e este ano será desafiador. O cenário continua incerto e volátil.”

A fim de retomar a rota do crescimento, a Embraer elaborou um plano de negócios, batizado de 2021-2025. Um de seus pilares são os investimentos em inovação. “Apesar desses tempos difíceis, continuamos investindo em inovação porque sabemos que o desenvolvimento tecnológico é a base para competir no mercado global”, declarou a Pesquisa FAPESP o engenheiro Luís Carlos Affonso, vice-presidente de Engenharia, Tecnologia e Estratégia Corporativa da Embraer. “Por isso, criamos eixos de inovação, áreas nas quais queremos inovar e que são fundamentais para garantir competitividade e longevidade. Estamos falando de sustentabilidade, propulsão elétrica, voo autônomo, eficiência aerodinâmica e inteligência artificial.”

Segundo o executivo, foram concebidos planos para cada uma dessas áreas a fim de que a empresa continue projetando e construindo aviões competitivos. “Buscamos investir em projetos de inovação aberta, firmando parcerias com instituições de ciência e tecnologia e outras empresas e

buscando apoio de agências de fomento”, diz Affonso. As pesquisas são coordenadas pela equipe de engenharia da companhia, um de seus maiores ativos. “A engenharia é uma joia da Embraer. Temos cerca de 3,5 mil engenheiros na área de desenvolvimento, que formam um corpo único dedicado a todas as unidades de negócio”, explica.

Um dos trabalhos mais recentes, que contou com a participação de pesquisadores da Escola de Engenharia de São Carlos (Eesc) da USP, em São Carlos, revelou que modificações simples na geometria das asas podem resultar em uma diminuição em cerca de 20% do ruído gerado pelos aviões. Essa descoberta, fruto de um projeto iniciado há mais de 10 anos, recebeu financiamento de R\$ 3,7 milhões da FAPESP por meio do Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (Pite).

A área de engenharia também é responsável pelos estudos que podem dar origem a duas novas aeronaves. Uma delas, um turboélice comercial projetado para voos regionais, poderá ter versões para 70 e 90 lugares e deverá brigar por um mercado hoje dominado pela franco-italiana ATR. A proposta é desenvolver um avião avançado com 25% mais assentos do que a concorrência, 20% mais rápido e com custo operacional por passageiro 15% menor.

“Os turboélices estão voltando à moda porque são mais econômicos e produzem menos CO₂ [dióxido de carbono]”, conta Affonso. “Os modelos atuais, contudo, são apertados e sem conforto. Nossa proposta conjuga as vantagens dos turboélices [sustentabilidade e economia de combustível] com mais espaço, menos ruído e vibração.”

“Há definitivamente um mercado a ser explorado, já que o turboélice regional Dash 8 [da canadense De Havilland] está morrendo [saindo de linha] e o ATR é um projeto de mais de 30 anos. A Embraer deve ter uma chance com esse projeto”, opina Richard Aboulafia, analista da indústria aeronáutica e vice-presidente do Teal Group, consultoria norte-americana especializada nos setores aeroespacial e de defesa.

O economista e especialista aeronáutico Marcos José Barbieri Ferreira, da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA-Unicamp), argumenta que, com o turboélice, a Embraer poderá defender um segmento que é só dela, o de aeronaves comerciais de 70 a 100 assentos. “A empresa europeia Airbus só fabrica aviões para mais de 100 passageiros. Além disso, sobra competência técnica na Embraer para projetar e desenvolver turboélices.”

O outro estudo, resultado de um memorando de entendimento assinado com a FAB, pode levar ao

desenvolvimento de uma aeronave leve de transporte militar. Dimensionado para pistas curtas, estreitas e não pavimentadas, como as existentes na região amazônica, o avião vem sendo chamado de Stout, sigla em inglês para aeronave utilitária de transporte com decolagem curta. Com asa alta, capacidade para 30 soldados e porta traseira para entrada de cargas grandes, deverá substituir os antigos aviões Bandeirante e Brasília.

Uma das novidades do Stout, ainda em fase de conceito, é o possível emprego da propulsão híbrida, com motores turboelétricos, movidos a querosene de aviação e eletricidade. “O estudo [dessa aeronave] buscará também explorar alternativas na aplicação de novas tecnologias que trarão respostas ainda mais eficientes às demandas extremas da FAB, como diferentes arquiteturas de sistemas, soluções inovadoras de plataforma, propulsão híbrida elétrica, entre outras”, informou a empresa em comunicado.

“A existência desse estudo é uma boa notícia. Trata-se de um projeto de fronteira, o futuro da aviação”, afirma Ferreira. Assim como o turboélice para voos regionais, é um estudo em estágio inicial. O avião levará pelo menos quatro anos para ficar pronto, após a aprovação do conselho de administração da empresa.

O novo plano estratégico da Embraer prevê que a companhia só voltará a crescer no ano que vem. “O ano de 2020 foi de ‘sobrevivência’, de apertar o cinto e tomar medidas difíceis; 2021 ainda será um ano de estabilização. Devemos crescer a partir de 2022”, destaca Affonso. A expectativa da empresa é retomar o nível de receita pré-pandemia em 2023 e superar esse patamar em 2024 ou 2025.

Para que esse cenário se concretize, a Embraer aposta em seu portfólio, composto por modernas aeronaves. Na aviação comercial, que sempre foi seu carro-chefe, o objetivo é voltar a vender. Negociações nesse sentido são travadas com várias

Linha de montagem da Airbus: companhia europeia é a principal rival da Embraer



operadoras aéreas, entre elas a alemã Lufthansa. Quando a pandemia abrandar, a retomada do setor aéreo deverá favorecer aeronaves menores.

“A pandemia alterou a demanda por aviões. A nova realidade pode contemplar mais voos diretos, sem escala, entre cidades médias. É uma forma de as pessoas passarem menos tempo em aeroportos. Aviões com menor capacidade atendem melhor a essa perspectiva”, explica o engenheiro aeronáutico Jorge Eduardo Leal Medeiros, do Departamento de Engenharia de Transporte da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

Na área de defesa, a Embraer espera conseguir novas encomendas para o cargueiro multimissão C-390 Millennium, que recebeu em novembro um pedido do governo da Hungria para duas aeronaves. O país será o segundo da Europa a operar o avião, que também já foi vendido para Portugal (cinco unidades) e para a Força Aérea Brasileira, a FAB (28 aviões), parceira no desenvolvimento do projeto. O modelo é a maior aeronave já construída no país (ver Pesquisa FAPESP nº 225).

A empresa conta também com o bom desempenho de sua linha de jatos executivos, que teve a melhor performance da história no ano passado e foi responsável por 29% da receita líquida. A receita obtida com vendas foi similar à da aviação comercial (30%), que antes da crise respondia por cerca de 50% do faturamento. O portfólio da Embraer é composto por quatro modelos executivos, sendo que o Phenom 300 foi pela nona vez consecutiva o jato leve mais vendido no mundo em 2020, segundo a General Aviation Manufacturers Association (Gama).

Analistas do setor aeronáutico ouvidos por *Pesquisa FAPESP* concordam que a Embraer atravessa um dos momentos mais delicados de sua história pós-privatização, ocorrida em 1994, mas sustentam que a companhia tem fôlego para superar as dificuldades e retomar a rota do crescimento.

“Os resultados da Embraer não foram nem melhores nem piores do que os de qualquer outro fabricante de aviões. Foi um ano ruim para todos”, aponta Aboulafia. A Airbus, atual líder do setor, registrou prejuízo equivalente a R\$ 7,4 bilhões no ano passado, e a Boeing, castigada por problemas de projeto no avião 737 MAX, sofreu perda ainda maior, de R\$ 65 bilhões.

Para Aboulafia, além do desafio de se reorganizar para continuar a ser uma companhia autônoma, a Embraer precisa trabalhar de forma agressiva para alinhar os custos de sua cadeia de suprimentos com os de seus concorrentes, especialmente a Airbus. “Mas a Embraer sempre esteve bem por conta própria e continuará a estar.” Executivos da empresa asseguram que



2

não há mais a intenção de vender suas unidades de negócios ou fazer parcerias que as envolvam.

A menção do analista à Airbus se explica porque a companhia é a concorrente direta da Embraer pelo mercado de jatos de até 150 lugares, um segmento liderado pela brasileira. Em 2017, a Airbus adquiriu o programa de aviões comerciais CSeries da canadense Bombardier, então maior rival da Embraer. São dois modelos, rebatizados de A220. O menor deles (A220-100) comporta até 135 passageiros e disputa com os maiores jatos da Embraer, o E190-E2 e o E195-E2, que têm capacidade para até 114 e 146 assentos, respectivamente. Em 2020, a Airbus entregou 38 unidades e recebeu 64 novas encomendas da família A220, composta também pelo A220-300, para 160 ocupantes.

“A Embraer perdeu uma boa oportunidade com o fim da parceria com a Boeing. A competição agora vai ficar mais complicada”, comenta Leal Medeiros. “A Airbus oferece uma gama maior de produtos, tem mais poder de negociação e vai ser uma rival mais dura do que a Bombardier foi no passado.”

O engenheiro aeronáutico Graham Warwick, editor-executivo da *Aviation Week*, uma das mais conceituadas publicações do setor, também acha que o cenário para a Embraer é desafiador, mas contemporiza. “A Embraer não precisa ter uma carteira de pedidos na escala da Airbus ou Boeing para sobreviver. O que ela precisa é de novas encomendas”, sustenta. “Uma vez que o mercado do transporte aéreo se recupere, novas encomendas serão feitas e a Embraer receberá algumas, o que será suficiente para seguir em frente ou até mesmo crescer.” ■

Projeto

Aeronave silenciosa: Uma investigação em aeronáutica (nº 06/52568-7); Modalidade Parceria para Inovação Tecnológica (Pite); Convênio Embraer; Pesquisador responsável Júlio Romano Meneghini (USP); Investimento R\$ 3.740.785,57.

Novo modelo turboélice está no horizonte da Embraer para disputar um mercado dominado pela franco-italiana ATR

NO FUSO DE MARTE

Engenheiro é um dos responsáveis por monitorar o jipe-robô Perseverance, que está em busca de vestígios de vida no planeta mais próximo da Terra

Yuri Vasconcelos

Há pouco mais de dois meses, pela primeira vez a humanidade pôde ouvir sons do vento da superfície de Marte, o vizinho mais próximo da Terra no Sistema Solar. Os áudios foram captados dentro da cratera Jezero pelo rover Perseverance (perseverança). Esse veículo exploratório é o quinto e mais sofisticado jipe-robô construído pela Nasa, a agência espacial norte-americana, e sua missão é encontrar vestígios de vida microbiana que possa ter existido no planeta. Para isso, conta com instrumentos de última geração, entre eles um aparelho que faz imagens em alta resolução, captura áudios e identifica os elementos químicos e os minerais presentes nas rochas e no solo marciano (*ver infográfico*).

O desenvolvimento do instrumento, batizado de SuperCam, teve participação decisiva do físico e engenheiro brasileiro Ivair Gontijo. “Fui o responsável por todas as interfaces entre o aparelho e o veículo, protagonista da missão Marte 2020. Fiz a ponte entre um grupo internacional de pesquisadores encarregado de desenvolver o aparelho e meus colegas na Nasa que projetaram e construíram o Perseverance”, diz Gontijo. Desde que o rover pousou, ele trabalha no fuso marciano, monitorando as imagens e os dados enviados pelo instrumento.

Essa é a segunda participação do cientista em missões da Nasa a Marte. Apaixonado desde criança por astronomia, Gontijo nasceu há 60 anos em Moema, cidade de 4 mil habitantes em Minas Gerais, e iniciou a vida profissional em uma fazenda de criação de gado e cavalos. Nesta entrevista concedida por WhatsApp a *Pesquisa FAPESP*, ele conta como mudou o foco de sua carreira para ser um dos líderes de uma das missões espaciais mais avançadas em curso.



Formado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Gontijo trabalha há quase 15 anos na Nasa

Como você entrou na Nasa?

Comecei a trabalhar lá há quase 15 anos, em 2006. A história da minha contratação é tão longa, complicada e cheia de obstáculos que virou um livro, chamado *A caminho de Marte* [Editora Sextante, 2018]. Posso dizer que não foi nem na primeira, nem na segunda, nem na terceira vez que eu bati à porta da Nasa que deu certo. Depois de muitas tentativas, fui recrutado quando encontraram meu currículo no website de uma conferência da área de lasers e fibra óptica. O engenheiro que me contratou disse que procurava alguém exatamente com minha experiência e *background* em lasers e fabricação de dispositivos optoeletrônicos.

Foi preciso muita persistência e paciência.

Sim. Quando temos planos ambiciosos, precisamos insistir para transformar os muitos “nãos” que recebemos em “sim”. Conto no livro [vencedor do Prêmio

Jabuti em 2019] toda a minha história, desde que saí de Moema, uma remota cidade do interior de Minas Gerais, e fui parar na Nasa. Também falo sobre os 25 séculos de conhecimento acumulado em astronomia em geral e sobre Marte em particular e explico como se projeta, constrói, lança e opera um veículo em Marte. Trabalho no Laboratório de Propulsão a Jato [JPL], que fica na região de Los Angeles, Califórnia. Dedico-me integralmente ao projeto da sonda Perseverance. Começamos a trabalhar quando é o período da tarde em Marte, pois é nesse horário que o veículo manda os dados para nós. Minha rotina, portanto, segue o fuso marciano. Como o dia lá tem cerca de 40 minutos a mais do que o nosso, Marte não tem um fuso horário fixo em relação a nós. A cada três dias a diferença de horário marciano e o nosso aqui na Terra cresce duas horas. Em alguns momentos, meu turno de trabalho se estende pela madrugada.

Qual é o seu papel na missão do Perseverance?

A partir de 2015, coordenei um grupo internacional encarregado de construir um dos instrumentos embarcados no veículo, a SuperCam ou Supercâmera, que examina o solo e as rochas de Marte em busca de compostos associados à existência de vida no planeta. Fui o responsável pelas interfaces entre o aparelho e o veículo. Os pesquisadores que desenvolveram o instrumento pertencem a instituições de três países: sete instituições francesas, entre elas o Museu Nacional de História Natural, em Paris, uma universidade espanhola, a de Valladolid, e o Laboratório Nacional de Los Alamos, no Novo México, nos Estados Unidos. Fiz a ponte entre os cientistas desses três grupos e meus colegas na Nasa responsáveis por projetar e construir o veículo. Garanti que o instrumento teria volume e massa adequados para caber no veículo, que seu software seria compatível com o do rover, que a demanda de energia

elétrica seria suficiente para funcionar em Marte, e mais um milhão de outros detalhes. Trabalhei por cinco anos até que finalizamos o instrumento, testamos todas as suas funcionalidades e o integramos com o veículo Perseverance.

Quais foram os principais desafios enfrentados para construir a sonda e seus sistemas?

Construir um veículo com as características do Perseverance é algo muito complexo e que envolve um grande número de pessoas. Tudo é difícil e o que pode dar errado acaba dando. Por isso, testamos uma quantidade enorme de coisas para garantir que tudo vai funcionar bem em Marte. Os testes são feitos em condições muito mais rigorosas do que aquelas que a sonda e seus equipamentos vão encontrar em solo marciano. Talvez a maior dificuldade tenha sido trabalhar com um *deadline* rígido, um limite de tempo que não podia ser removido. Brincamos que a mecânica celeste não espera por ninguém. O veículo tinha que estar monta-

do para ser lançado entre julho e agosto de 2020 [o lançamento ocorreu em 30 de julho]. Se falhássemos, teríamos que aguardar 26 meses por uma nova janela em que os dois planetas estariam nas posições corretas de suas órbitas que permitiriam o lançamento.

Como avalia os resultados do projeto até agora?

Recebemos os resultados do pouso em Marte no começo da tarde, horário da Califórnia, de 18 de fevereiro. Ali pelas 15h fui dormir e descansei umas três ou quatro horas porque depois iria trabalhar à noite. Participei do grupo que recebeu os dados enviados pela sonda na primeira manhã lá em Marte. Começamos a receber as primeiras imagens do paraquedas abrindo e do pouso em Marte, algo absolutamente espetacular. Por isso, trabalhamos das 21h às 6h do dia seguinte. Foi uma jornada longa, mas muito emocionante. Os resultados até agora são muito bons. Ainda estamos na fase de testes para garantir que tudo esteja funcionando

bem. No dia 19 de abril, liberamos um helicóptero, Ingenuity [engenhosidade], que foi enviado dobrado e embutido na sonda. Ele foi solto no chão, por baixo do Perseverance. O rover se afastou dele e, em seguida, o Ingenuity ficou livre para fazer o primeiro voo em Marte.

De que outras missões a Marte você já participou?

Trabalhei na missão do rover Curiosity [curiosidade], que foi lançado em 2011 e chegou em Marte em agosto de 2012. Atuei na equipe encarregada do radar que controlou o pouso do veículo. Fui o engenheiro responsável pelos transmissores e receptores do radar. O legal dessa história é que o radar do Perseverance é uma cópia do radar do Curiosity. De certa forma, eu estou indiretamente envolvido nesse outro sistema do Perseverance.

Você é o único engenheiro brasileiro na missão?

Não, tem também o engenheiro carioca Daniel Nunes, um dos cientistas do

Como é o Perseverance

Mais sofisticado rover construído pela Nasa, ele carrega sete instrumentos estado da arte para explorar a geologia, a atmosfera e as condições ambientais em Marte

RIMFAX

Projetado para explorar o subsolo, esse radar é capaz de detectar a presença de gelo, água doce e salmoura a até 10 metros de profundidade

MOXIE

Minilaboratório dedicado a testar a produção de oxigênio a partir do dióxido de carbono da atmosfera, o que é vital para futuras missões tripuladas ao planeta

MASTCAM-Z

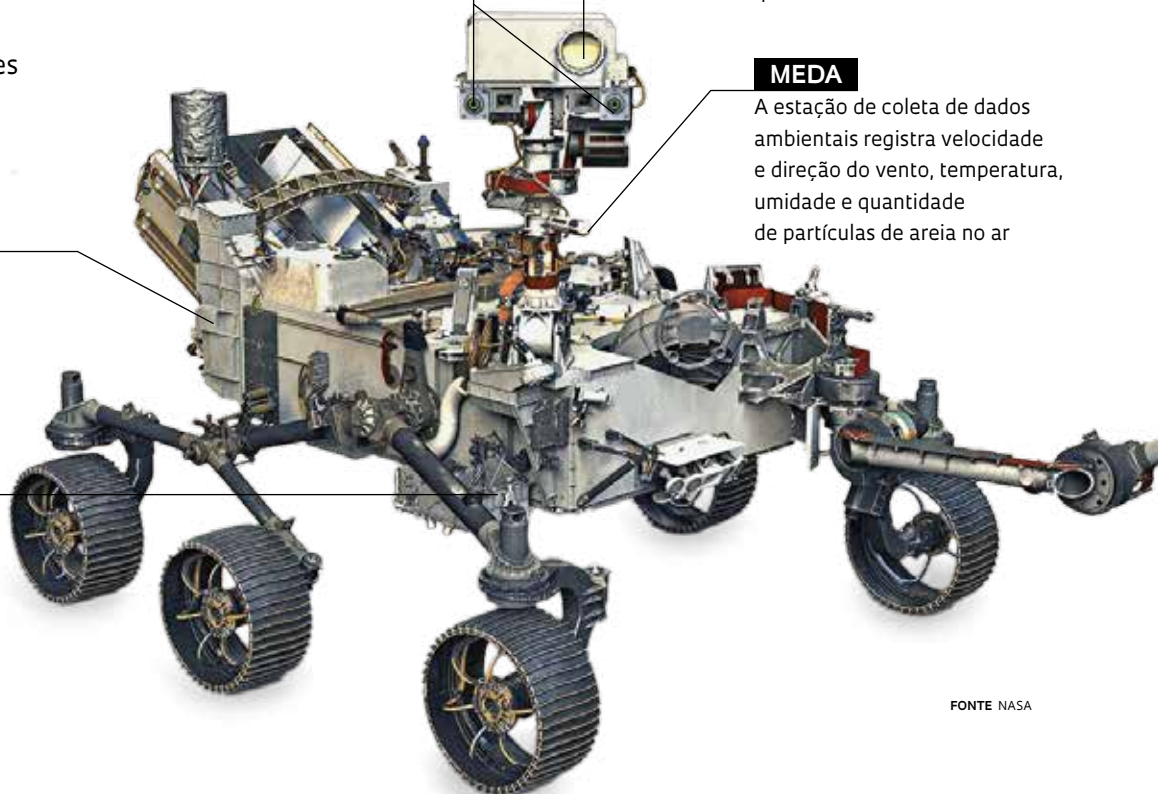
Além de fazer vídeos e fotos panorâmicas, a câmera pode flagrar objetos do tamanho de uma mosca a mais de 100 metros

SUPERCAM

O aparelho tem câmera de alta resolução, microfone para captar sons do ambiente e sensores para identificar a composição química de rochas e solo

MEDA

A estação de coleta de dados ambientais registra velocidade e direção do vento, temperatura, umidade e quantidade de partículas de areia no ar



instrumento Rimfax, um radar que faz medidas abaixo da superfície do solo marciano, a até 10 metros de profundidade. Além do Daniel, vários outros brasileiros trabalham no JPL. Temos um grupo de e-mail dos lusófonos, formado principalmente por brasileiros, mas também com alguns portugueses e americanos que falam nosso idioma. Antes da pandemia, a gente se encontrava de vez em quando para falar em português.

O que falta para enviarmos naves tripuladas a Marte?

Os desafios são gigantescos e ainda falta muita coisa. Por exemplo, a produção de oxigênio para ser consumido durante a viagem e em Marte é um problema para o qual ainda não temos solução. O mesmo vale para a comida. Uma viagem tripulada para lá vai levar 26 meses, que é o intervalo de tempo em que as órbitas dos dois planetas estão alinhadas, permitindo o lançamento da nave em direção a Marte e o voo de volta. Não sei quando

Gontijo e o rover Curiosity no chamado Jardim de Marte, no Laboratório de Propulsão a Jato da Nasa, na Califórnia



isso vai acontecer e acho que ninguém consegue responder a essa pergunta no momento. Mas espero estar vivo para ver os primeiros humanos pisando o solo de Marte.

Como é sua vida em Los Angeles?

Acordo sempre às 5h e tenho uma rotina corrida, com muito trabalho. Antes da pandemia ia diariamente ao JPL, que fica a mais de 50 quilômetros da minha casa. Se tem uma coisa boa nessa pandemia é que não estou mais dirigindo 106 quilômetros todos os dias. Em geral, caminho todas as noites no bairro por uma hora e, nos finais de semana, gosto de andar na praia. De vez em quando, vou passear nas montanhas aqui perto de Los Angeles, um lugar muito bonito.

Onde trabalhou antes de ser contratado pela Nasa?

A Nasa é o meu quinto emprego nos Estados Unidos. Além do Brasil, morei na Escócia, onde fiz meu doutorado. Nos Estados Unidos, inicialmente, fiz um pós-doutorado na Ucla, a Universidade da Califórnia em Los Angeles. Depois, trabalhei em empresas de telecomunicações por fibras ópticas e em uma companhia de biotecnologia, projetando lentes para cirurgia de catarata. Só depois fui contratado pela Nasa.

Como foi sua formação acadêmica?

Estudei somente em escolas públicas no Brasil. O segundo grau foi um curso técnico em agropecuária e eu exerci essa carreira por três anos. Administrei uma fazenda de criação de gado e cavalos e plantio de arroz e feijão no norte de

Minas Gerais. Não tinha energia elétrica e a cidade mais próxima ficava a 100 quilômetros. Depois disso é que fui para Belo Horizonte, onde cursei a graduação em física na UFMG [Universidade Federal de Minas Gerais] e o mestrado em óptica. Fiz doutorado em engenharia elétrica na Universidade de Glasgow, na Escócia. Desde criança fui fascinado por ciência e tecnologia, especialmente por astronomia. A primeira vez que vi televisão foi em 1969, na transmissão da chegada do homem à Lua. Sempre pensei em trabalhar na área espacial. Por isso tentei com tanta obstinação um emprego na Nasa.

O que você diria para jovens brasileiros que sonham em trabalhar lá?

Se até eu consegui um emprego na Nasa, creio que isso está ao alcance da maioria das pessoas. Quando somos jovens, quase tudo é possível. Devemos, claro, insistir e ter sonhos grandes e planos de longo prazo. É preciso também ser paciente, pois essas oportunidades não acontecem de uma hora para outra. Planos ambiciosos não se concretizam em seis meses, um ou cinco anos. Às vezes levam 10 ou mais. Meu livro tem um caderno de fotos coloridas com uma montagem interessante no final do álbum. A parte de cima da página mostra uma foto minha na frente do jipe na fazenda onde trabalhava em Minas e a de baixo é uma imagem minha no JPL, num lugar conhecido como Jardim de Marte, ao lado do jipe-robô Curiosity. Entre as duas fotos, passaram-se 30 anos. É uma prova de que se mantivermos o foco e perseverarmos podemos atingir nossos objetivos. ■

SHERLOC

Câmeras, espectrômetros e laser procuram partículas orgânicas e minerais que possam revelar traços de vida microbiana passada



PIXL

Um espectrômetro de raio X identifica elementos químicos e uma câmera faz imagens de rochas e solo em busca de sinais de vida microbiana ancestral

PRODUÇÃO MAIS EFICAZ NO PRÉ-SAL

Nova técnica poderá facilitar o escoamento de óleo e gás natural dos poços de petróleo para as plataformas

Domingos Zapparoli

Uma metodologia computacional híbrida que reúne mecânica de fluidos e inteligência artificial desenvolvida pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (Eesc-USP) pode facilitar uma das tarefas mais complexas na extração de petróleo em águas profundas e ultraprofundas – o gerenciamento do escoamento de óleo e gás natural do poço até as plataformas marítimas. Uma mudança brusca no fluxo pode acarretar acidentes com graves implicações ambientais e econômicas.

O óleo e o gás natural são escoados conjuntamente com diferentes combinações de gás carbônico (CO₂) e água, comumente presentes nos reservatórios, por longos dutos – denominados *risers* – até as plataformas, onde são separados. É o chamado escoamento multifásico, quando um ou mais fluidos e um ou mais gases são transportados simultaneamente. O trajeto, que no pré-sal pode superar 7 mil metros, é

Navio-plataforma Cidade de São Paulo, operado pela Petrobras em área do pré-sal da bacia de Santos



monitorado por meio de sensores controlados a partir da plataforma por sistemas computacionais capazes de fazer a correlação de dados e o reconhecimento de padrões, geralmente usando redes neurais artificiais.

Quando são detectados desvios nos padrões estabelecidos, o sistema emite alertas para que os operadores da plataforma tomem as providências necessárias a fim de evitar uma situação crítica, como o rompimento de um *riser*. “Quanto mais precisos forem os dados que alimentam o sistema, mais rapidamente serão detectadas anomalias e tomadas as providências”, diz o engenheiro Oscar Maurício Hernandez Rodriguez, do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) da Eesc-USP e coordenador da pesquisa.

Segundo Rodriguez, hoje as previsões e o monitoramento da produção são feitos por meio de códigos computacionais que usam modelos matemáticos baseados nas leis da física que regem a mecânica dos fluidos. “São expressões matemáticas que não conseguem prever com precisão as diferentes composições de fluidos e gases em cada poço e o comportamento deles durante o escoamento sob diferentes regimes de pressão e temperatura”, explica o engenheiro.

A técnica desenvolvida na USP para aprimorar os códigos computacionais já existentes baseia-se no aprendizado de máquina, um ramo da inteligência artificial. Para isso são utilizados dados coletados em campo, como informações específicas sobre o escoamento de determinado poço, e em laboratório. Essas informações são complementadas por previsões de modelos físicos baseados nas leis da mecânica dos fluidos. O resultado é um repositório capaz de treinar a rede neural artificial com dados específicos de cada poço.

Rodriguez informa que a inteligência artificial sozinha precisaria de um banco de dados gigantesco com informações de anos de produção para poder estabelecer um padrão reconhecível. “Soluções híbridas que unem mecânica de fluidos e aprendizado de máquina serão a tendência na indústria do petróleo nos próximos anos”, afirma. Artigo detalhando a pesquisa foi publicado no *Journal of Fluids Engineering* da Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (Asme).

São vários os fatores que tornam complexa a tarefa de definir os padrões de

escoamento de um poço de petróleo, analisa Antonio Carlos Bannwart, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas (FEM-Unicamp) e coordenador do Centro de Pesquisa em Engenharia e Produção de Energia e Inovação (CPE-Epic), financiado pela FAPESP. O primeiro é que não existe apenas um tipo de petróleo, mas vários, com diferentes densidades e teores de enxofre. Além disso, cada poço é composto por combinações distintas de óleo, gás natural, CO₂ e água, o que dificulta a tarefa de estabelecer a composição do reservatório.

Outro fator é que cada um desses fluidos tem um comportamento termodinâmico que varia conforme as condições de pressão e temperatura. Em um mesmo poço em águas ultraprofundas, a pressão pode variar de 500 a 600 bar – 500 a 600 vezes superior à pressão atmosférica a nível do mar – e a temperatura supera 40 graus Celsius. Sob essas condições, o óleo pode se solidificar ou formar cristais, e o gás passa ao estado supercrítico, no qual não há distinção entre o líquido e o gasoso. “Esses fluidos serão transportados para as plataformas enfrentando mudanças constantes de pressão e temperatura. Tais alterações levam os fluidos a apresentar configurações geométricas distintas em cada etapa do fluxo”, explica Bannwart.

A pesar de serem incomuns acidentes com *risers*, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) já registrou pelo menos duas ocorrências desde o início da exploração do pré-sal, em 2017 e em 2020. Segundo a agência, não houve danos ambientais, uma vez que os poços foram fechados a tempo pelo sistema de segurança das respectivas plataformas. O controle de fluxo da saída de produção em um poço de petróleo se dá pela operação de um conjunto de válvulas que formam um equipamento conhecido como árvore de Natal, responsável por estabelecer a vazão para os *risers*. São essas válvulas que devem ser fechadas imediatamente em caso de acidentes.

Segundo Rodriguez, as válvulas instaladas nos campos do pré-sal foram projetadas para durar 15 anos, mas na prática a vida útil média é bem menor. De acordo com uma grande companhia que

opera no pré-sal, as válvulas demandam gastos anuais de mais de duas centenas de milhão de dólares em manutenção, sem contar as perdas decorrentes da necessária interrupção da produção. Os prejuízos, avalia o engenheiro, poderão ser amenizados em parte com um dimensionamento mais preciso do padrão de escoamento dos fluidos. “Achamos que será possível antecipar problemas, saber quais válvulas estão sob um regime de operação mais desgastante e exigem uma intervenção”, afirma.

Outra aplicação da técnica desenvolvida na USP capaz de gerar ganhos econômicos é a de subsidiar com informações mais precisas o desenvolvimento de projetos de exploração de novos poços. Hoje, usam-se como referência modelos-padrão matemáticos da indústria que simulam o potencial de extração por períodos superiores a 25 anos. A técnica híbrida da Eesc faz simulações com dados coletados em cada campo, permitindo um dimensionamento mais adequado dos equipamentos e sua vida útil.

O Laboratório de Escoamentos Multifásicos Industriais (Lemi) da Eesc já trabalha nos primeiros modelos híbridos que serão aplicados em sistemas computacionais que monitoram o escoamento de óleo e gás em plataformas da Petrobras no pré-sal. Ensaios com o sistema estão previstos para o segundo semestre. Procurada por *Pesquisa FAPESP*, a estatal não se manifestou sobre os testes e a nova tecnologia.

A Petrobras é a principal financiadora da pesquisa, orçada em R\$ 3,95 milhões. A estatal custeia R\$ 3,77 milhões e o restante vem da USP (R\$ 62,4 mil), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (R\$ 79,2 mil) e da FAPESP, que financiou quatro bolsas de iniciação científica, totalizando R\$ 37 mil. “Os bolsistas fizeram contribuições importantes ao aplicar técnicas inovadoras de coleta de informações para alimentar o banco de dados”, diz Rodriguez. Nos próximos meses, USP e Petrobras planejam entrar com um pedido compartilhado de patente internacional da nova técnica. ■

Artigo científico

QUINTINO, A. M. et al. Flow pattern transition in pipes using data-driven and physics-informed machine learning. *Journal of Fluids Engineering*. mar. 2021.

DEMOGRAFIA

L O N G E V LATINO-AMERICANA



Brasil e México apresentam menores médias de vida, revela estudo realizado em nove países

Christina Queiroz

I D A D E

Pesquisa comparativa desenvolvida em 363 cidades de nove países latino-americanos constatou que a expectativa de vida nesses locais pode apresentar variações de até 14 anos. No Brasil, onde a diferença na longevidade conforme o município pode chegar a 10 anos e a esperança de vida aumenta do Norte para o Sul, o estudo identificou que as disparidades entre as localidades estão entre as mais altas do continente, ao lado de países como Peru e México.

Em linhas gerais, a pesquisa mostrou que, nos países analisados, a expectativa de vida diminui para os homens conforme o tamanho das cidades aumenta, o que não ocorre entre as mulheres. Quanto maior o município, maior a incidência de mortes decorrentes de causas violentas, com homens jovens sendo as principais vítimas. Além das mortes violentas, também foram computadas aquelas decorrentes de condições maternas, neonatais e nutricionais, câncer, doenças cardiovasculares e crônicas não transmissíveis e acidentadas.

A expectativa de vida média de mulheres residentes em cidades latino-americanas pode variar em mais de oito anos, de 74,4 a 82,7 anos, e em quase 14 anos entre os homens, de 63,5 a 77,4 anos. A proporção de mortes violentas também apresenta flutuações significativas, partindo de 1% e podendo chegar a 20% do total, conforme o município analisado. “Normalmente, estudos sobre longevidade populacional estão centrados na média dos países ou em regiões específicas dentro de cada nação. No caso do Brasil, essa média era de 75,7 anos, em 2018, mas o valor esconde diferenças entre os municípios”, afirma o coordenador do estudo, o epidemiologista Usama Bilal, da Escola de Saúde Pública Dornsife da

Universidade Drexel, na Pensilvânia, Estados Unidos, ao destacar que cidades latino-americanas com maior longevidade apresentam expectativas de vida semelhantes às observadas na população de países de alta renda, como Suécia ou Suíça.

As maiores esperanças de vida foram identificadas no Panamá, Chile e Costa Rica, onde as mulheres vivem entre 81 e 82 anos e os homens entre 75 e 77 anos, em média, conforme a cidade. Entre a população feminina, a cidade com maior tempo médio de vida é David (82,7 anos), no Panamá. Juliaca (74,4 anos), no Peru, registrou a menor. Entre os homens, o município com a maior expectativa de vida é Lima, no Peru (77,4 anos). A cidade mexicana de Acapulco de Juarez apresentou a menor (63,6 anos). Estão no Brasil, México e Peru as cidades com menores expectativas médias de vida para mulheres (77 a 78 anos). Além de Brasil e México, estão em El Salvador as menores expectativas de vida para homens (71 anos). De acordo com a pesquisa, a maior variação no tempo de vida das mulheres ocorre no Brasil, com 6,4 anos de diferença conforme a cidade, e no Peru (6,6 anos). No tempo de vida dos homens os anos relativos são 8,6, no Brasil, e 10,4, no México. Em relação às cidades brasileiras, Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul, apresenta a maior expectativa de vida para homens (75 anos) e mulheres (82 anos). Por outro lado, a paranaense Guarapuava tem a menor esperança de vida para mulheres (75 anos), enquanto Itabuna, na Bahia, a menor para homens (66,3 anos).

Artigo publicado na revista *Nature* com resultados do estudo também comparou as causas de morte nos municípios, mostrando algo já conhecido: cidades com níveis mais altos de educação,

COM A PANDEMIA, A EXPECTATIVA DE VIDA DO BRASILEIRO FOI REDUZIDA EM 1,94 ANO

melhor acesso à água potável e moradias com infraestrutura e saneamento básico tendem a registrar expectativas de vida mais altas e menos mortes por doenças infecciosas. No caso brasileiro, a incidência de mortes varia de acordo com a região do país. Segundo a pesquisa, o Brasil apresenta maior incidência de mortes por doenças transmissíveis na região Norte, por violência no Nordeste, em decorrência de doenças não infecciosas e cardiovasculares na região Sudeste e por câncer no Sul. “As causas de óbito seguem, de certo modo, os padrões de nível socioeconômico das regiões”, explica Bilal, em entrevista realizada por e-mail.

A médica Waleska Teixeira Caiaffa, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e coordenadora do projeto no Brasil, diz que, em geral, maior frequência de doenças transmissíveis está associada a piores níveis socioeconômicos, enquanto maiores incidências de infecções crônicas, como câncer, estão relacionadas a patamares mais altos de longevidade. De acordo com ela, historicamente, o Brasil tem registrado redução de mortes por doenças infecciosas e aumento por problemas crônicos, resultante da ampliação do tempo de vida de sua população. “Esse panorama, no entanto, deverá sofrer o impacto da

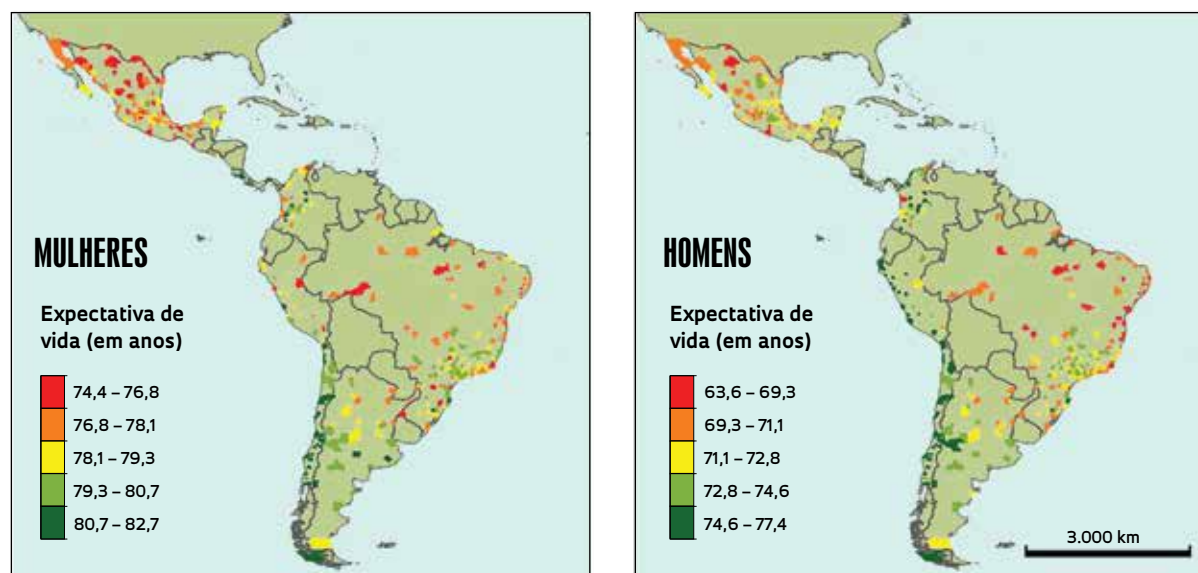
Covid-19, que pode causar crescimento na incidência de doenças crônicas”, estima a pesquisadora.

Para Caiaffa, que também coordena na UFMG o Grupo de Pesquisa em Epidemiologia/Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, os dados identificados no estudo permitem compreender melhor a importância do desenvolvimento de políticas públicas em áreas como educação e saúde. “Identificamos, por exemplo, que em São José do Rio Preto, no interior de São Paulo, uma das cidades com maior renda *per capita* do país, cerca de 20% das causas de óbito envolvem condições maternas e neonatais inadequadas, evidenciando a necessidade de serem criadas políticas públicas de saúde para parturientes e recém-nascidos, enquanto em Porto Seguro, na Bahia, 20,2% dos óbitos resultam de causas violentas, o que sugere que o estado deveria investir em iniciativas para melhorar a segurança pública”, pontua, afirmando que, além de orientar o desenvolvimento de políticas públicas, o estudo oferece subsídios para o planejamento de intervenções e alteração dessa realidade.

Na pesquisa, desenvolvida entre 2017 e 2020, foram analisados dados de 2012 a 2016 referentes a cidades com mais de 100 mil habitantes do Brasil, Argentina, Colômbia, Chile, El Salvador, Peru, Panamá, México e Costa Rica, englobando 283,3 milhões de pessoas. Os nove países foram escolhidos considerando a disponibilidade e qualidade dos dados. No Brasil, foram utilizados dados de registro civil e do Sistema de Informação sobre Mortalidade do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (SIM-Datasus) para levantar informações sobre mortalidade, além de censos demográficos envolvendo contagens populacionais e indicado-

EXPECTATIVA DE VIDA

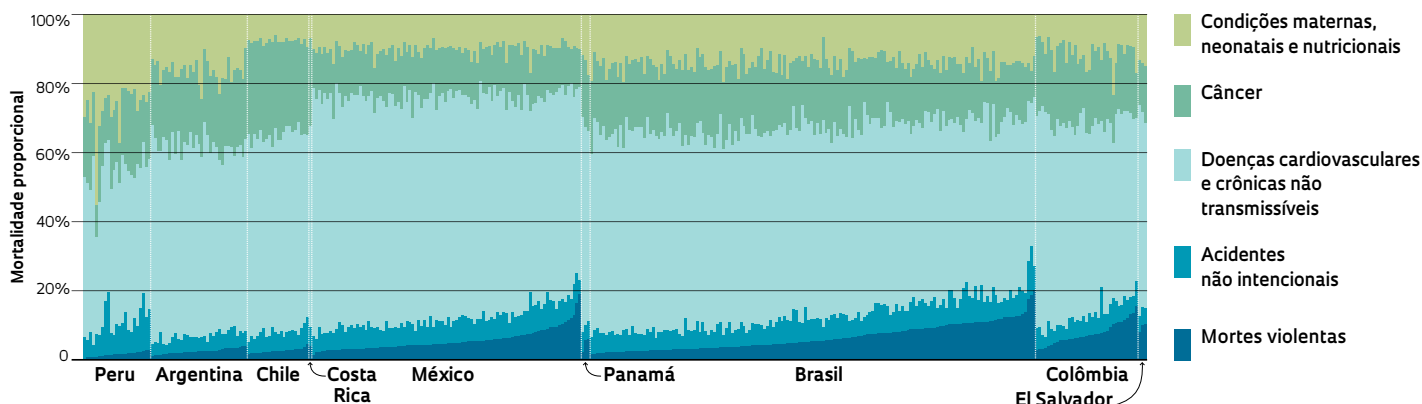
Mapas mostram longevidade de mulheres e homens em cidades latino-americanas



FONTE: BILAL, U. ET AL. LIFE EXPECTANCY AND MORTALITY IN 363 CITIES OF LATIN AMERICA. NATURE MEDICINE, V. 27, P. 465, MAR. 2021

CAUSAS DA MORTALIDADE

As cores indicam a proporção de mortes em suas distintas causas; as colunas representam as cidades, agrupadas por países



FONTE: BILAL, U. ET AL. LIFE EXPECTANCY AND MORTALITY IN 363 CITIES OF LATIN AMERICA. NATURE MEDICINE. V. 27, P. 466. MAR. 2021

MORTES EM CIDADES BRASILEIRAS

Municípios com maiores e menores proporções por grupos de causas

| | Condições maternas, neonatais e nutricionais | Câncer | Doenças cardiovasculares e crônicas não transmissíveis | Acidentes não intencionais | Mortes violentas |
|------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| MAIOR proporção | S. José do Rio Preto (SP) 19,7% | Bento Gonçalves (RS) 25,8% | Garanhuns (PE) 63,2% | Parauapebas (PA) 14,1% | Porto Seguro (BA) 20,2% |
| MENOR proporção | Santa Cruz do Sul (RS) 6,5% | Parauapebas (PA) 9,3% | Parauapebas (PA) 41,4% | Araras (SP) 3,5% | Jaú (SP) 1,5% |

FONTE: BILAL, U. ET AL. LIFE EXPECTANCY AND MORTALITY IN 363 CITIES OF LATIN AMERICA. NATURE MEDICINE. V. 27. MAR. 2021

res socioeconômicos. “Também nos baseamos em imagens de satélite para analisar características das cidades”, informa Bilal, lembrando que um dos desafios foi padronizar as informações de nove países, de forma a torná-las comparáveis.

A pesquisa integra as atividades do projeto Saúde Urbana na América Latina (Salurbal), criado em 2017 com financiamento da Fundação Wellcome Trust, sediada no Reino Unido. Seu objetivo é investigar como políticas e ambientes urbanos afetam a saúde de cidadãos da região. Envolvendo cerca de 200 pesquisadores de países como Colômbia, México, Estados Unidos, Peru, Chile e Argentina, o esforço conta com a participação de 35 cientistas brasileiros, vinculados a instituições como UFMG, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), unidades do Rio de Janeiro e da Bahia, e Universidade de São Paulo (USP).

Na avaliação da demógrafa Tirza Aidar, do Núcleo de Estudos da População Elza Berquó da Universidade Estadual de Campinas (Nepo-Unicamp), a grande contribuição do estudo do Salurbal é propiciar um panorama comparativo entre municípios de toda a América Latina. Ela lembra que o Brasil caminhava para obter ganhos na expectativa de vida

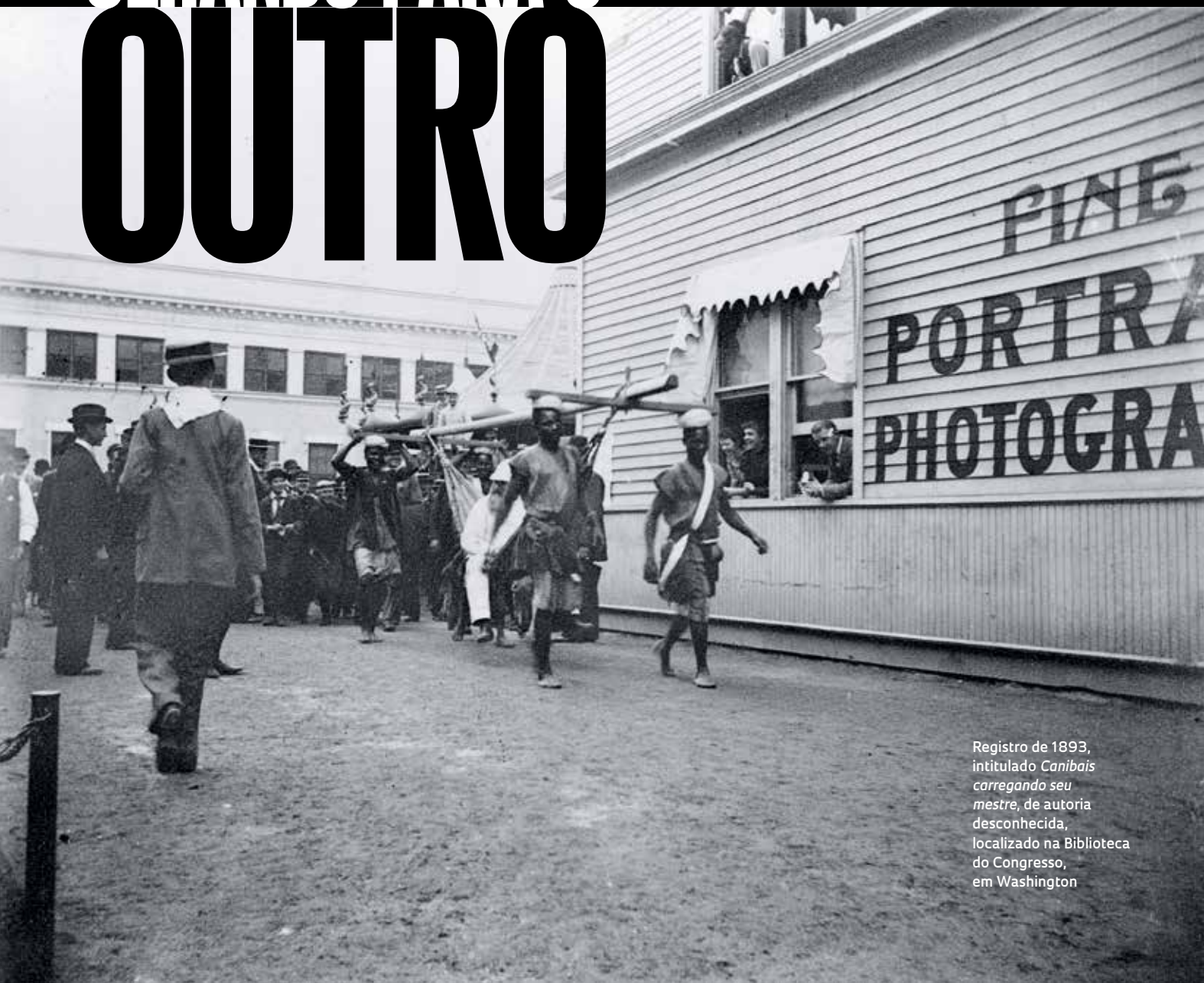
da população, com quedas nos óbitos por doenças cardiovasculares e na mortalidade infantil, que foi de 12,4 para cada mil nascidos vivos, em 2018, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em comparação com a média anual de 146,6 óbitos a cada mil nascidos vivos registrada na década de 1940. “A atual pesquisa poderá servir de base para novas análises, também comparativas, sobre o impacto da Covid-19 nesse cenário”, afirma Aidar. Estudo desenvolvido pelo Departamento de Saúde Global e População da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, com a participação de pesquisadores do Departamento de Demografia da UFMG, identificou que a expectativa de vida do brasileiro, ao nascer, foi reduzida em 1,94 ano, com a pandemia. Para chegar aos resultados, a pesquisa, divulgada como *preprint* no início de abril, baseou-se em modelos matemáticos e no número total de mortes por Covid-19 no país, em 2020. ■

Artigos científicos

BILAL, U. *et al.* Life expectancy and mortality in 363 cities of Latin America. *Nature Medicine*. v. 27, p. 463-70. mar. 2021.

CASTRO, M. C. *et al.* Reduction in the 2020 life expectancy in Brazil after Covid-19. *MedRxiv – The preprint server for health sciences*. abr. 2021.

OLHANDO PARA O OUTRO



Registro de 1893, intitulado *Canibais carregando seu mestre*, de autoria desconhecida, localizado na Biblioteca do Congresso, em Washington

A partir de fotografias, pesquisadora analisa fenômeno dos zoológicos humanos

Diego Viana

A exibição de seres humanos como atração é reconhecida como um episódio histórico que expressa o peso do racismo nos impérios coloniais, ao longo do século XIX e até meados do século XX. O estudo do fenômeno, que vem sendo tratado por meio do conceito de “zoológicos humanos”, ganhou impulso em todo o mundo nas últimas duas décadas e traz à tona um campo de práticas de dominação, classificação e estigmatização do outro. Ao mesmo tempo, revela que os mecanismos dessas práticas mobilizavam o discurso científico, o gosto pelo espetáculo e a aplicação de novas tecnologias, em particular a fotografia.

A partir de imagens produzidas no auge do período dos zootérios humanos, a historiadora da fotografia Sandra Koutsoukos sistematiza no recém-lançado *Zoológicos humanos: Gente em exibição no tempo do imperialismo* (Unicamp) as vidas e as relações de indivíduos exibidos como curiosidade e vistos como objeto de estudo. Sua pesquisa, resultado de estágio pós-doutoral financiado pela FAPESP, trata não só dos fenômenos mais claramente inspirados em jardins zoológicos, mas também dos “espetáculos de variedades” e dos pacientes de hospitais apresentados à indiscrição do público.

Na segunda metade do século XIX, a fotografia tornou-se uma ferramenta comum a vários profissionais para registrar o próprio trabalho: o cientista que media pessoas e seus crânios para classificá-las segundo aquilo que considerava raças; o empresário de espetáculos que buscava atrair o público por meio de cartões-postais; o médico que catalogava casos incomuns. Com esse material de documentação ou publicidade, a pesquisa histórica

pode reconstruir muito do contexto e do subtexto em que o registro visual surgiu.

“Uma fotografia, por si só, não conta uma história, mas ela dá ao pesquisador a oportunidade de persegui-la”, afirma Koutsoukos. “É preciso olhar o que está no retrato, notar a expressão e a pose do modelo, sua indumentária, os objetos e o arranjo de cena, mas também perceber o que não foi registrado, pensar no extracampo”, explica. À análise formal de escolhas, como composição, cenário e pose, soma-se o estudo do contexto histórico, dos princípios científicos e das ideias sociais do período. “Trabalhar com imagens é sempre um caminho multidisciplinar, englobando história, antropologia e, claro, história da fotografia, já que essa mídia serviu de instrumento para registrar diversos estudos considerados científicos na época, para o registro do mundo colonial e das exposições de pessoas, e para a produção de fotos-souvenir”, diz Koutsoukos.

Para o livro, o ponto de partida foi um conjunto de fotos encontrado na biblioteca pública de Chicago, nos Estados Unidos, em 2007, durante pesquisas sobre a Exposição Universal de 1893. “Foi quando notei os grupos colocados em exibição, em particular os 67 daomeanos [oriundos do atual Benin] instalados em uma vila ‘nativa’ e exibidos como o povo mais ‘primitivo’ da mostra”, recorda. No acervo da Biblioteca do Congresso, em Washington, havia uma que retratava quatro daomeanos carregando uma rede e, sentado nela, um organizador da exposição. “O homem branco estava sendo carregado da mesma forma que vemos em nossa iconografia dos tempos da escravidão, quando os escravizados carregavam os senhores. O título dado foi: *Canibais carregando seu mestre*”.

O zoológico humano e práticas semelhantes frequentemente tratadas sob a mesma designação



Imagem de grupo de indígenas que integrou a Exposição Antropológica Brasileira, no Rio de Janeiro, em 1882

compõem uma extensa tradição de “fazer da alteridade humana um troféu”, segundo o historiador italiano Guido Abbattista, da Universidade de Trieste, na Itália. Exploradores europeus que chegaram às Américas a partir do fim do século XV habitualmente levavam indivíduos e famílias inteiras do continente para exibi-los em seus países natais.

Um dos casos mais conhecidos é o de Sarah Baartman (1789-1815). Integrante da etnia Khoikhoi, da África do Sul, Baartman foi tomada como objeto tanto pelo mundo do espetáculo quanto pela ciência: exibida em Londres e Paris, suscitou o interesse de naturalistas na França e foi submetida à dissecação após sua morte.

O “zoológico humano” em seu sentido mais literal, ou seja, com a exibição de indivíduos, famílias e grupos maiores em espaços elaborados para simular seus ambientes originais de vida remete sobretudo ao alemão Carl Hagenbeck (1844-1913). Forneceador de animais selvagens para jardins zoológicos e circos, Hagenbeck é conhecido como o criador desses espaços “modernos”, em que as exposições se dão em ambientes simulados, em vez de jaulas. Em 1874, no entanto, Hagenbeck foi um passo além: exibiu em Hamburgo populações da Lapônia (Samis) e de Samoa.

Dois anos mais tarde, o naturalista Étienne Geoffroy de Saint-Hilaire (1772-1844) organizou “espetáculos etnológicos” no Jardim da Aclimação, em Paris, com esquimós e nubianos levados do Sudão. O sucesso de público incentivou a realização de 30 eventos desse tipo na cidade até 1912. Segundo Abbattista, essa modalidade de exibição introduziu novas formas estéticas e um aspecto de racismo típico da época, mas “todos os elementos principais têm origem no início do período colonial: a reificação dos seres humanos, seu uso para satisfazer a curiosidade, mas também como evidência de discursos ideológicos, religiosos ou seculares, e como troféus a serem exibidos em procissões”, disse, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*.

O Brasil não passou ao largo do fenômeno. Em 1882, a Exposição Antropológica Brasileira, no Rio de Janeiro, contou com a exibição de um grupo de indígenas conhecidos à época como Botocudos. Os sete indivíduos foram levados do aldeamento Mutum, na região do rio Doce, à então capital do Império e colocados à mostra, com grande afluência de público. Foram submetidos a testes antropométricos e, segundo relatos da época, emagreceram a olhos vistos.

Diferentemente das exposições da Europa, no caso brasileiro não se tratou da representação do império colonial erguida em continentes distantes. O Brasil, independente havia meros 60 anos, expunha residentes de seu próprio território. “Aí surgem as contradições da exibição de um ‘outro’ interno”, diz a cientista social e antropóloga Marina Cavalcante Vieira, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Na Europa, os espetáculos trabalhavam com a oposição entre “civilizados” e “primitivos”. Já no Brasil, a Exposição Antropológica “buscou construir a imagem de um país moderno, opondo-se aos Botocudos, tidos como bravios, atávicos, avessos à civilização”.

A antropóloga assinala que a mesma exposição foi apresentada em Londres, no ano seguinte, com impacto sobre a opinião pública brasileira, que se

Cartão-postal de 1899 registra exibição em feira de diversões





Souvenir of Abomah the African Giantess

Souvenir de Abomah: a mulher mais alta do mundo

incomodou com o fato de o país ser representado por meio dos indígenas. “A imagem é cindida. Se a exposição, quando acontece no Rio de Janeiro, cria um espelho a partir do qual o Brasil passa a se ver em oposição aos Boto-cudos, a exibição londrina apresenta um segundo espelho que perturba a autoimagem: ‘O que pensarão de nós lá fora?’”, observa.

A justificativa apresentada para exibir seres humanos como atração era, em geral, a difusão do saber. As plateias europeias eram convidadas a ver como aqueles povos e indivíduos exóticos viviam e com que se pareciam. “Os zoológicos humanos

eram ambientados em teatros, circos, museus, exposições universais e jardins zoológicos, mas anunciados não só como forma de entretenimento. Também diziam ser fontes de conhecimento”, observa Vieira.

Segundo a antropóloga, a indistinção entre ciência e espetáculo não é uma avaliação feita posteriormente ou uma abstração, mas um elemento explorado pelos próprios organizadores dos eventos: nos registros de exposições em arquivos alemães, encontram-se relatórios de visitas escolares às exposições de pessoas de Hagenbeck.

Apesar de não terem o mesmo componente colonial e racial, os casos de “espetáculos de aberrações” e de patologias apresentam um funcionamento semelhante. Koutsoukos cita a história de Joseph Merrick (1862-1890), acometido de neurofibromatose, que viria a ser retratado no filme *Homem elefante* (1980), de David Lynch. Merrick era exposto em *freak shows* da Inglaterra, mas suas apresentações foram consideradas de excessivo mau gosto e a polícia os interrompeu. Instalado em um hospital de Londres, passou a ser exibido para médicos e visitado por integrantes da alta sociedade, curiosos com suas deformações. “Na saída, assim como nos shows de aberrações, o visitante podia adquirir uma foto-souvenir”, comenta Koutsoukos.

Em sua tese de doutoramento, “Figurações primitivistas, trânsitos do exótico entre museus, cinema e zoológicos humanos”, defendida em 2019 na Uerj, Vieira também aborda os zoos humanos a partir da imagem. A antropóloga demonstra a existência de fortes vínculos entre as exposições e

uma arte nascente no final do século XIX, centrada nas tecnologias da imagem: o cinema. “Os zoos humanos eram espetáculos de massa consolidados. O que os pioneiros do cinema fazem é apontar suas câmeras para temas que já chamavam a atenção do público”, observa.

“Desde a origem, há uma simbiose com os zoológicos humanos, que antecipam narrativas, roteiros e cenografias posteriormente explorados pelo cinema. As turnês de exibição de trupes estrangeiras permitiam ao público viajar sem sair de casa. A invenção do cinema radicaliza essa possibilidade”, afirma, acrescentando que a crise econômica após a Primeira Guerra Mundial, na Alemanha, reduziu o público das exposições e levou empresários e trupes a migrarem para a produção cinematográfica, “incorporando os conhecimentos de seu antigo *métier*”.

O fenômeno dos zoológicos humanos é associado ao período anterior à Primeira Guerra, o auge do colonialismo e época de vastas exposições universais. No entanto, ainda em 1958 uma capital europeia testemunhou um episódio: Bruxelas, na Bélgica. Com o protesto de estudantes congolezes, a exposição foi rapidamente desmontada.

A rigor, esse não foi o último caso. Nas últimas décadas, uma série de episódios que guardam semelhança com as antigas exposições foi registrada. Em 2005, em Augsburg, na Alemanha, diferentes grupos étnicos foram apresentados em uma “vila africana”. Em 2007, em Seattle, nos Estados Unidos, a seção do jardim zoológico que tratava da savana também apresentou uma aldeia artificial com membros da etnia Massai. Casos semelhantes ocorreram no Congo e na Tailândia.

Para Koutsoukos, esses episódios mostram que “a história contada em *Zoológicos humanos* não faz parte de um passado longínquo”. A pesquisadora considera que sua investigação é um convite à reflexão sobre “a relação entre o racismo de hoje e o daquela época”. Essa reflexão é também um elemento de fundo no interesse que as ciências humanas têm demonstrado pelo tema nos últimos 20 anos, segundo Abbattista. O foco principal tem sido o debate sobre o legado colonial. Dois marcos importantes são franceses. Em 2004, foi publicado pela La Découverte o livro *Zoos humains: Au temps des expositions humaines* (Zoos humanos: No tempo das exposições humanas), editado por um grupo de historiadores de diversas universidades do país. Em 2011, ocorreu a exposição *A invenção do selvagem: Exposições*, no museu do Quai Branly, em Paris. ■

Projeto

Exibindo gente: Espetáculo e ciência em fotografias das exposições do século XIX e início do XX (nº 08/56372-5); Modalidade Bolsa de Pós-doutorado; Pesquisadora responsável Iara Lis Franco Schiavinatto (Unicamp); Beneficiária Sandra Sofia Machado Koutsoukos; Investimento R\$ 190.829,78.

O livro e os artigos mencionados nesta reportagem estão listados na versão on-line.



Alfredo Bosi na
Academia Brasileira
de Letras, no Rio de
Janeiro, em 2011

UM CRÍTICO PLURAL

Partindo de sólido referencial filosófico,
Alfredo Bosi propôs a revisão da
história literária e cultural do Brasil

Christina Queiroz

Alfredo Bosi, professor emérito da Universidade de São Paulo (USP), morreu no dia 7 de abril, aos 84 anos, vítima da Covid-19, em São Paulo. Bosi, que começou a carreira lecionando literatura italiana, elaborou análises literárias pioneiras a partir de seu conhecimento em filosofia e história e formou gerações de profissionais desde a década de 1970. Viúvo de Ecléa Bosi (1936-2017), deixou dois filhos, Viviana, docente de literatura na mesma instituição, e o médico e economista José Alfredo, além de dois netos.

Descendente de italianos, Bosi (*ver* Pesquisa FAPESP n.º 87) nasceu em São Paulo, em 26 de agosto de 1936. Filho de uma costureira e de um ferroviário, viveu a infância no bairro da Barra Funda. Depois de graduar-se em 1960 em letras pela USP, estudou durante um ano em Florença, na Itália. De volta ao Brasil, passou a lecionar língua e literatura italianas na própria USP, no Departamento de Letras Neolatinas, hoje Departamento de Letras Modernas. Em 1971, transferiu-se para

o Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas, assumindo a disciplina de literatura brasileira. Tornou-se professor titular em 1985.

Autodidata em filosofia, Bosi foi um estudioso da obra de intelectuais italianos como Giambattista Vico (1668-1744), Benedetto Croce (1866-1952) e Antonio Gramsci (1891-1937). A partir desse arcabouço conceitual, elaborou análises consideradas fundadoras sobre a produção de autores brasileiros como o poeta Cruz e Sousa (1861-1898), os escritores Lima Barreto (1881-1922), Graciliano Ramos (1892-1953), Machado de Assis (1839-1908) e João Antônio (1937-1996).

“Bosi propôs uma revisão de toda história literária e cultural do país. Atento aos grandes pensamentos, mas também aos pequenos detalhes, nessa dialética entre o grande e o pequeno des-cortinou formas diferentes e caminhos novos para compreensão da poesia e do romance brasileiro”, analisa Marco Americo Lucchesi, professor da Faculdade de Letras da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e presidente da Academia Brasileira de Letras (ABL). “Era um ‘homem do Renascimento’, estudou com os grandes mestres e historiadores de Florença, realizando um traço de união entre Brasil e Itália.”

Aluno de Bosi na graduação, Paulo Martins, hoje diretor da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH-USP), destaca que, apesar da profundidade das reflexões, Bosi se preocupava em elaborar textos que pudessem ser compreendidos por todos os públicos, e não apenas por especialistas. Nesse sentido, menciona *História concisa da literatura brasileira* (Editora Cultrix, 1970), considerado o mais longo manual de literatura brasileira, escrito por Bosi aos 34 anos de idade. Referência para alunos de graduação e pesquisadores de literatura, o livro está em sua 52ª edição. “A obra resume de forma clara e acessível a trajetória da literatura brasileira, colaborando com a popularização da disciplina”, avalia.

Sergio Alcides Pereira do Amaral, da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), atribui à formação na área do italianismo sua solidez filosófica e a capacidade teórica notável. “Mesmo assim, jamais subordinava o objeto literário a questões teóricas”, afirma. Para Amaral, Bosi preservou o frescor e a curiosidade do leitor de poesia, transmitindo essa atitude para gerações de alunos.

Para além do campo literário, Martins, da FFLCH-USP, destaca a atuação política de Bosi, incluindo seu percurso como militante em movimentos operários em Osasco, na Grande São Paulo, durante a ditadura militar (1964-1985) e a atuação no Centro de Defesa dos Direitos Humanos Dom Paulo Evaristo Arns, presidido por ele entre 1982 e 1984. “Bosi era católico e sua relação com alas progressistas da igreja e com a teologia da liber-

tação resultaram em ações importantes durante o processo de redemocratização do país”, recorda.

“É reducionista considerá-lo apenas um crítico. Sua formação envolvia conhecimentos em história e filosofia, além de estética literária”, afirma Fernando Paixão, do Instituto de Estudos Brasileiros (IEB-USP). Ele destaca os estudos de poesia realizados por Bosi, em especial aqueles envolvendo Machado de Assis. “No caso de *Dom Casmurro*, por exemplo, Bosi insere a obra em uma tradição universalista, destacando o movimento do narrador de revelar mazelas comuns à humanidade”, compara Paixão, que editou diversos livros do pesquisador no período em que trabalhou na Editora Ática. Um deles, *Machado de Assis: O enigma do olhar* (Ática, 1999), venceu o Prêmio Jabuti na categoria Ensaio e Biografia.

“Nas análises sobre Machado, Bosi propõe visões ancoradas na história e na sociedade brasileira, mas também busca lançar um olhar compassivo aos personagens, revelando sua dimensão humana e mostrando como neles podem conviver aspectos cruéis e sublimes ao mesmo tempo”, comenta Hélio de Seixas Guimarães, da FFLCH-USP.

Em depoimento concedido por e-mail, Alcides Vilaça, da FFLCH-USP, rememorou os primeiros contatos que teve com Bosi em um curso sobre Modernismo ministrado em 1971. “Todas as informações, atribuições e relações nodais entre as matérias tratadas – com a literatura no centro, mas sempre em perspectiva de articulação – eram acionadas num compromisso tácito com a construção da vida”, diz.

Para Alcir Pécora, do Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Unicamp, Bosi foi um intelectual capaz de lidar com qualquer assunto da história literária brasileira e era dono de uma “inteligência equilibrada, conciliatória e nunca sectária”. “Essa visão ecumênica permitiu-lhe um tipo de atividade institucional muito eficaz para sedimentação de vários projetos relevantes em toda a USP”, observa, ao apontar seu envolvimento na criação do Instituto de Estudos Avançados (IEA), onde foi diretor (1998 a 2001) e vice-diretor (1987 a 1997) e editou, durante 30 anos, a publicação da revista *Estudos Avançados*. Pécora chama a atenção também para as pesquisas realizadas por Bosi no âmbito das letras coloniais e, em particular, das letras jesuíticas.

Em 1996, o pesquisador foi condecorado com a Ordem do Rio Branco e, em 2003, tornou-se o sétimo ocupante da Cadeira nº 12 da ABL. Casado durante 57 anos com a psicóloga Ecléa Bosi (ver Pesquisa FAPESP nº 218), professora do Instituto de Psicologia (IP) da USP, Bosi sofreu profundamente o impacto de sua morte, em 2017, segundo Paixão. “Ele adoeceu e foi se desligando dos afazeres literários. Mesmo assim, talvez por causa da sua relação com o catolicismo, mostrava uma atitude esperançosa e não se entregava ao imobilismo.” ■

RUMO À EXCELÊNCIA

Fulvio Pileggi transformou o InCor em uma importante instituição de pesquisa e atendimento médico

Gilberto Stam



Pileggi: o instituto em primeiro lugar

O cardiologista Fulvio Pileggi acompanhou toda a trajetória de formação do Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). Assistiu às gestões para a criação da instituição, no início dos anos 1960, participou da inauguração do prédio para atendimento de pacientes, em 1977, e tornou-se seu diretor-geral, de 1982 a 1997. Para alguns dos médicos e pesquisadores que trabalharam com ele, foi o maior responsável pela transformação do InCor em um dos mais importantes centros de pesquisa e assistência médica do mundo. Sua estratégia principal consistia em atrair os profissionais mais talentosos, oferecer boas condições de trabalho e incentivá-los constantemente;

depois, cobrar com a mesma insistência. Pileggi morreu no dia 4 de abril, aos 93 anos, e deixou quatro filhos – Fulvio, Renata, Roberta e José Carlos – e oito netos.

“Ele trouxe a ciência para o InCor. Começamos a produzir mais pesquisa cardiológica do que toda a América Latina”, conta o cardiologista Protásio Lemos da Luz, pesquisador sênior do InCor que trabalhou com Pileggi por mais de 20 anos. “Pileggi buscava padrões internacionais de excelência. É o maior responsável pela notável instituição que é hoje o InCor.”

Eduardo Moacyr Krieger, diretor-executivo da Comissão de Relações Internacionais da FM-USP, conta que Pileggi implementou as divisões de bioengenharia, experimentação, bioinformática, imunologia de transplante, biologia molecular e

genética e cardiologia vascular. “Trouxe tudo para debaixo do mesmo teto”, diz Krieger, vice-presidente do Conselho Superior da FAPESP entre 2010 e 2019

Em sua clínica particular, os médicos assistentes que contratava também eram convocados para atender pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS). “Na época tínhamos um bipe e íamos até o orelhão pegar recados”, lembra o médico Roberto Kalil, diretor da Divisão de Cardiologia e hoje presidente do Conselho Diretor do InCor. “Quem não respondesse, estava fora da equipe.”

Paulista de São Carlos, Pileggi formou-se em 1952 na FM-USP e estagiou de 1955 a 1957, com bolsa da Fundação Rockefeller, no Instituto Nacional de Cardiologia do México, um dos centros mais importantes da área naquele período. Lá, trabalhou com dois especialistas da então nascente área de eletrocardiografia, Demetrio Sodi Pallarés (1913-2003) e Enrique Cabrera (1918-1964).

“A eletrocardiografia era difícil, mas eu gostava de física e matemática, o que me ajudava nesse campo”, contou Pileggi a *Pesquisa FAPESP* quando ganhou o prêmio da Fundação Conrado Wessel (FCW), em 2009, na categoria Medicina. “Quando Cabrera viajava, quem tomava conta do serviço de cardiologia era Pileggi, e não os assistentes do mexicano”, comentou na mesma época o oncologista Ricardo Renzo Brentani (1937-2011), amigo do cardiologista brasileiro. “Foi ele quem estabeleceu as bases da eletrocardiografia no Brasil.”

Na volta a São Paulo, entrou na equipe de Luiz Venere Décourt (1911-2007), chefe do Serviço de Cirurgia Cardíaca do Hospital das Clínicas (HC) da FM-USP, e conviveu com outro cardiologista consagrado, Euryclides de Jesus Zerbini (1912-1993). Décourt e Zerbini foram os responsáveis por unificar as áreas clínica e cirúrgica de cardiologia no HC. “Os fundamentos do instituto foram estabelecidos por Décour e Zerbini, mas quem implementou e deu todo o suporte científico para que o InCor se desenvolvesse foi Pileggi”, afirma Krieger.

O cardiologista Charles Mady, diretor da Unidade Clínica de Miocardiopatias e Doenças da Aorta do instituto, conta que Pileggi fugia dos holofotes da mídia e não ia atrás de pessoas poderosas – elas é que o procuravam. “Quem aparecia era sempre o instituto, nunca ele”, conclui. ■

Teixeira:
produção
intelectual
motivada pelo
desejo de
transformação
social



MEMÓRIA

Educação para a democracia

Pensamento de Anísio Teixeira está na base da defesa do ensino público, gratuito e laico no Brasil

Bruno de Pierro

Causou espanto aos irmãos José Maurício Teixeira e Carlos Antônio Teixeira ouvir a proposta do pai em uma tarde de agosto de 1962. “Vou comprar uma lambreta para cada um de vocês e gostaria que passassem uns seis meses rodando o país”, sugeriu entusiasmado aos filhos, que cursavam medicina na então Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). “Recusamos a oferta, porque não queríamos trancar a faculdade”, conta Carlos Antônio, hoje psiquiatra e professor aposentado da Universidade Federal da Bahia (UFBA). O episódio seria apenas anedótico não fosse por um detalhe: a figura paterna em questão era Anísio Teixeira (1900-1971), um

dos principais intelectuais da educação brasileira.

“Ao contrário do que se pode pensar, ele não era rígido nem se preocupava com nossos boletins. Para buscar soluções para os problemas do Brasil, achava que era preciso conhecê-lo a fundo”, diz Carlos Antônio. Cinquenta anos após sua morte, o legado e a atualidade de Teixeira transparecem não só em instituições que ajudou a construir, como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Universidade de Brasília (UnB), mas também em ideias que se mantêm vivas no ensino público do país.

A trajetória do educador deixou marcas tanto na administração pública quanto na pesquisa em educação. “Toda sua

produção intelectual é motivada pelo desejo de transformação social. Ele foi, acima de tudo, um educador voltado para a prática da educação e da administração”, declarou o filólogo e dicionarista Antônio Houaiss (1915-1999) em depoimento à Biblioteca Virtual Anísio Teixeira, da UFBA. Esse traço acompanha Teixeira desde 1924, já como inspetor-geral de Ensino da Bahia – função equivalente à de secretário estadual de Educação. Baseado no pensamento do filósofo norte-americano John Dewey (1859-1952), Teixeira propunha uma “educação para a vida”. O educador baiano foi artífice de um programa que reorganizou o ensino fundamental na Bahia, estabelecendo um modelo de escola de tempo integral que inspira iniciativas até hoje.



Em visita à exposição dos alunos na Escola Parque de Salvador, em 1952 (segundo da esq. para a dir.)

Antes de assumir o cargo no governo, Teixeira foi obrigado a desistir do sonho de ser padre. “Ele pertencia a uma família tradicional e influente de Caetité, no interior baiano. O pai, Deocleciano Pires Teixeira [1844-1930], era médico e político da região. Ter um filho padre estava fora de cogitação”, diz o engenheiro João Augusto de Lima Rocha, professor aposentado da UFBA e estudioso da vida do educador.

Teixeira estudou em colégios católicos dirigidos por jesuítas e graduou-se na Faculdade de Direito da Universidade do Rio de Janeiro. O pai tratou logo de providenciar um emprego “mundano” para o filho. “Deocleciano era próximo do governador da Bahia Góis Calmon [1874-1932], que escalou Teixeira para comandar a educação no estado”, explica Rocha. O recém-formado advogado chegou a argumentar que nada entendia do assunto. Como resposta, Calmon sugeriu a leitura do livro *Métodos americanos da educação*, do pedagogo belga Omer Buyse (1865-1945), e o enviou à Europa, para que conhecesse o sistema educacional de países como Espanha, Itália e França.

Foi nos Estados Unidos, porém, que Teixeira deu uma guinada completa. Com o aval de Calmon, ficou entre 1927 e 1929 naquele país, onde concluiu o curso de mestrado em educação na Universidade Columbia, em Nova York. “Durante esse tempo, estudei, visitei escolas, fiz boas relações e acredito que aprendi um

Ele vinculou o Inep à Capes, arquitetando o sistema educacional do ensino básico à pós-graduação, conta Muraro

pouco”, relatou numa carta enviada ao pai. “Pretendo não me afastar mais do campo da educação.”

Nesse período, teve aulas com Dewey. “Isso impactou profundamente toda trajetória de Teixeira”, afirma Darcísio Natal Muraro, do Departamento de Educação da Universidade Estadual de Londrina (UEL). “Dewey era o nome mais importante por trás do movimento Escola Nova, que surgiu com a proposta de romper com modelos pedagógicos tradicionais”, ressalta Muraro, especialista na obra do norte-americano. O movimento propunha um formato de escola baseado na construção do conhecimento a partir da experiência da criança. “O objetivo

é ampliar os horizontes dos alunos, estabelecendo diálogo com o repertório cultural deles, e não impondo conteúdo.”

Em 1932, Teixeira integrou o Movimento de Renovação Educacional do Brasil e assinou, com outros 26 intelectuais, o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, redigido pelo educador Fernando de Azevedo (1894-1947). O documento defendia a bandeira da escola pública, obrigatória, gratuita e laica, preceitos que deram sustentação para instrumentos legais que norteiam a educação brasileira, como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB). Mencionada pela primeira vez na Constituição de 1934, por influência de Teixeira, a LDB virou lei em 1961.

A versão mais atual, de 1996, mantém traços do pensamento do educador baiano, observa a pedagoga Agueda Bernardete Bittencourt, da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “A LDB determina igualdade de condições de acesso à escola, diversidade de concepções pedagógicas, respeito à liberdade e gratuidade do ensino público – princípios já definidos por Teixeira”, diz Bittencourt. Ele também não aceitava o ensino religioso na educação pública. “A defesa da laicidade ocasionou fortes embates entre o educador e uma ala da Igreja Católica, que detinha a maior fatia da oferta de ensino secundário no país até meados da década de 1960.”

Quando Teixeira assumiu o cargo de diretor de Instrução Pública do Distrito Federal, no Rio de Janeiro, em 1935, criou a Universidade do Distrito Federal (UDF), com propostas inovadoras de ensino, reunindo professores franceses e italianos. A UDF durou pouco – em 1937, foi fechada pelo Estado Novo de Getúlio Vargas (1882-1954) e Teixeira sofreu perseguição do regime. “Ele incomodava membros da Igreja e do governo por defender a democracia como modo de vida e evocar a função social da educação”, pontua a pedagoga Patrícia Melo Magoga, que estudou os conceitos de democracia e educação na obra de Teixeira para sua dissertação de mestrado, defendida na UEL em 2020.

Entre 1937 e 1945, Teixeira distanciou-se da vida pública. “Ele importou e vendeu automóveis norte-americanos,



Teixeira (segundo da dir. para a esq.) em uma das reuniões na UnB com Darcy Ribeiro (primeiro à dir.)

explorou reservas de calcário, exportou manganês e fundou a Cimento Aratu”, conta Carlos Antônio. A carreira empresarial foi interrompida quando recebeu convite para representar o Brasil na Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), criada em 1946. Um articulador da ida de Teixeira para a Unesco foi o escritor paulista e amigo Monteiro Lobato (1882-1948), que havia sido adido comercial em Nova York.

O período como conselheiro da Unesco foi curto. “A Unesco perdeu força política no início da Guerra Fria e isso o decepcionou”, diz Rocha. Em 1947, aceitou comandar a Secretaria de Educação e Saúde da Bahia e criou a Escola Parque, em Salvador, que contemplava o aprendizado baseado em projetos. “Crianças e adolescentes eram estimulados a pensar soluções para problemas locais, a partir

de tarefas que envolviam pesquisa e trabalho colaborativo”, explica Magoga. Os estudantes cuidavam do ambiente escolar e participavam de atividades esportivas, culturais e artísticas.

Em 1951, Getúlio Vargas tornou-se presidente novamente, dessa vez eleito. Com os novos tempos democráticos, Teixeira foi convidado a integrar o governo, indicado por Ernesto Simões Filho (1886-1957), então ministro da Educação. Sua primeira tarefa foi estruturar e assumir o comando da Capes, criada naquele ano, com a finalidade de aperfeiçoar o ensino superior e impulsionar a formação de recursos humanos no país. Conceder bolsas de pesquisa a brasileiros interessados em fazer pós-graduação no exterior estava na ordem do dia. Em 1952, além da Capes, Teixeira passou a dirigir o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep).

Na Secretaria de Educação e Saúde da Bahia, onde ficou de 1947 a 1950 (primeiro à dir.)



“Teixeira vinculou o Inep à Capes, arquitetando assim o sistema educacional brasileiro do ensino básico à pós-graduação, sem desconsiderar as particularidades do federalismo brasileiro”, diz Muraro. “Dessa forma, pretendia levar a cabo seu entendimento de que a educação é um direito de todos e não pode ser tratada como privilégio de poucos.”

Entre 1955 e 1959 o educador presidiu a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e aproveitou para mobilizar a comunidade científica em torno da fundação de uma nova instituição de ensino e pesquisa. Em 1962, a UnB foi criada, já na nova capital federal. O antropólogo Darcy Ribeiro (1922-1997) definiu as bases da instituição, Teixeira planejou o modelo pedagógico e Oscar Niemeyer (1907-2012) projetou os prédios.

O golpe de estado de 1964 trouxe novo revés para Teixeira, que havia substituído Ribeiro na reitoria da UnB. Demitido pelos militares, foi para os Estados Unidos, onde lecionou nas universidades Columbia e da Califórnia. Também passou uma temporada no Chile, colaborando na reestruturação de universidades públicas. Escreveu pelo menos uma dúzia de livros sobre educação. Um deles, *Educação para a democracia* (1936), dá título a esta reportagem.

Teixeira retornou ao Brasil em 1970, para trabalhar como consultor da Fundação Getúlio Vargas do Rio. Em 11 de março de 1971, marcou um almoço com o filólogo Aurélio Buarque de Holanda (1910-1989), no apartamento deste, no bairro de Botafogo. “Antes disso, foi encontrado morto no fosso do elevador do prédio. Oficialmente, o episódio foi considerado acidente. Para mim, foi vítima de emboscada da ditadura militar”, diz Rocha, que defende a hipótese no livro *Breve história da vida e morte de Anísio Teixeira* (Edufba, 2019).

Carlos Antônio não concorda: “Ainda acho que a morte foi acidental”. O filho, um dos quatro que Teixeira teve, prefere guardar a imagem do pai como homem simples. “Gostava de tomar uma cachaça antes do almoço de domingo e assistir a jogos de futebol na TV”, recorda. “Costumava dizer que as coisas só vão andar para frente nesse país quando começarmos a debater educação com a mesma seriedade com que se discute futebol.” ■

O negociador do mapa do Brasil

Iris Kantor



Alexandre de Gusmão (1695-1753): O estadista que desenhou o mapa do Brasil
Synesio Sampaio Goes Filho
Editora Record
224 páginas
R\$ 59,90

No mais recente livro do embaixador Synesio Sampaio Goes Filho, reconstituição e interpretação histórica se imbricam de maneira concatenada, permitindo que tanto o leitor comum quanto o especializado compreendam o teor das controvérsias historiográficas relacionadas a Alexandre de Gusmão (1695-1753), secretário de Estado do rei português João V (1689-1750) e ator decisivo na preparação das negociações entre as Coroas ibéricas na assinatura do Tratado de Madri em 1750.

Retratado como um dos patronos do Itamaraty, esse súdito da Coroa portuguesa tornou-se exemplo de trajetória bem-sucedida nas esferas de decisão política em Lisboa. A bem da verdade historiográfica, o autor nos adverte de que se trata de uma reputação construída *a posteriori*. Em vida, Gusmão nunca obteve notoriedade ou as recompensas financeiras que lhe caberiam. Sucessivos requerimentos da viúva ao Conselho Ultramarino demonstram as dificuldades que a família enfrentou depois da sua morte.

Todavia, a repercussão das suas ideias pode ser atribuída à farta circulação de correspondências, memoriais, arbítrios e pareceres manuscritos, transmitidos de geração a geração, guardados em bibliotecas da nobreza e gabinetes da administração régia, em versões autografadas ou em cópias inautênticas, que só vieram a ser publicadas integralmente no século XX.

Dotado de uma admirável imaginação geopolítica, forjada no calor dos acontecimentos, Gusmão integrou as embaixadas extraordinárias em Roma, Madri, Paris e Turim, atuando em prol do reconhecimento diplomático de Portugal nos congressos internacionais e, particularmente, na Santa Sé, onde negociou a prerrogativa do rei português de escolher os bispos das dioceses ultramarinas. Um servidor que propôs novas formas de gestão territorial e fiscal que vieram a ser aplicadas nas capitanias sul-americanas.

A biografia coloca em causa algumas assertivas presentes nos estudos canônicos sobre o processo de formação territorial no período colonial, revisita as obras clássicas de Jaime Cortesão (1884-1960) e de Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982), trazendo elementos novos para nossa reflexão. A empreitada também abarca artigos, livros e teses

defendidas no ambiente universitário brasileiro. Daí o tom de conversa bem informada encadeada por uma narrativa fluente ao longo de seus 12 capítulos, nos quais hipóteses, conjecturas e dúvidas são expostas com clareza.

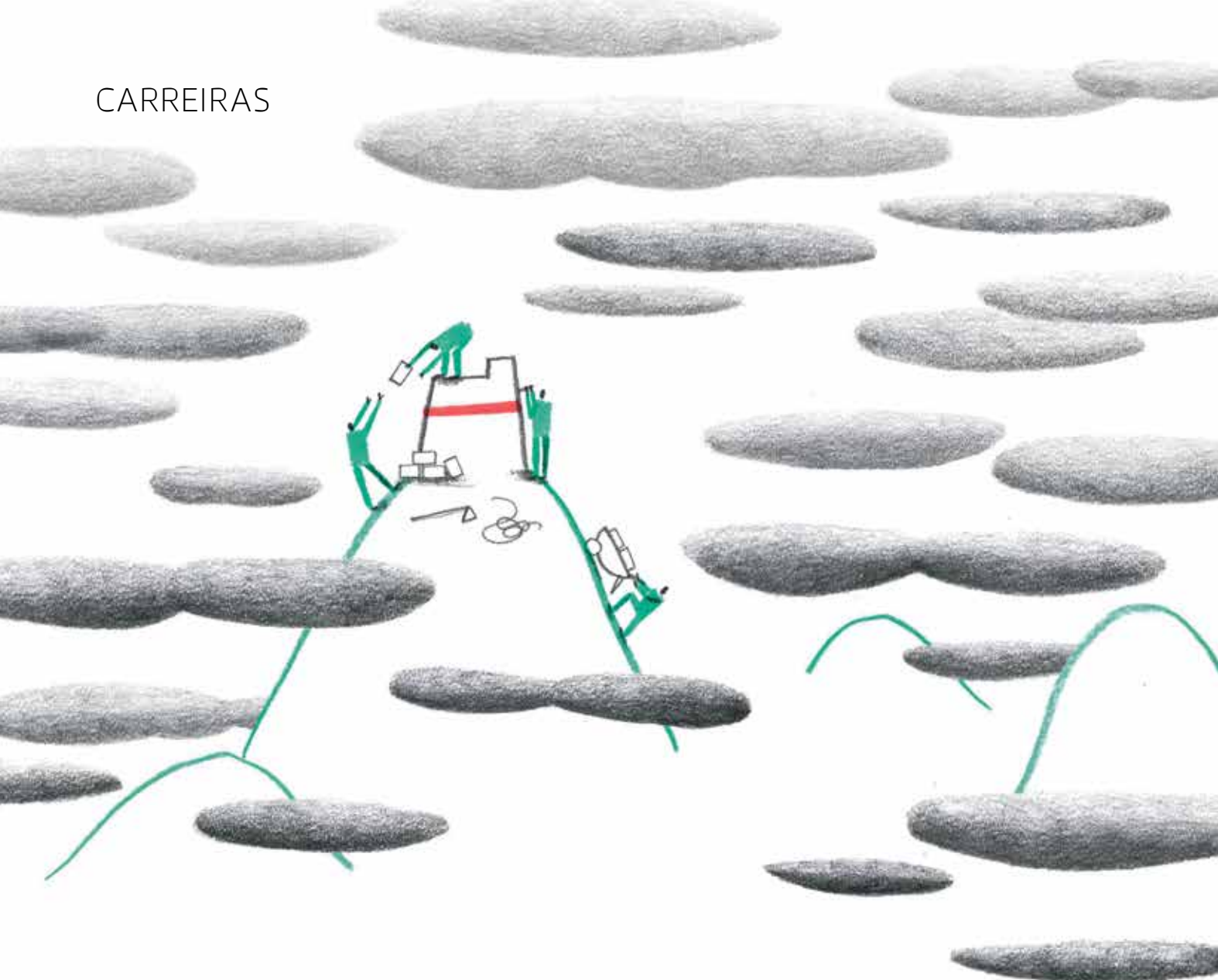
Como destaca o prefaciador, o diplomata e historiador Rubens Ricupero, um dos méritos do livro é procurar transcender a perspectiva dominada pela obsessão dos litígios fronteiriços, muito comum entre os historiadores do Itamaraty. No livro, Sampaio Goes Filho supera esse vezo profissional na medida em que situa historicamente as ideologias geográficas elaboradas desde o período colonial até a contemporaneidade.

Entretanto, o autor não desconsidera o papel das metageografias, recorrendo às obras de antropólogos, cineastas e literatos para reiterar a importância da dimensão ficcional na construção dos vínculos humanos, civilizacionais e nacionais.

Assim, coube a Gusmão a configuração mental daquilo que na época era incomensurável ou impreciso. O capítulo dedicado à análise do “Mapa das Cortes” é especialmente atraente, pelo debate em torno do protagonismo de Gusmão na elaboração das noções jurídicas de *uti possidetis*. Aqui, o autor reafirma a hipótese de Cortesão sobre a manipulação intencional dos meridianos de longitude no mapa do Tratado de Madri.

De toda forma, não resta dúvida de que o mapa supervisionado por Alexandre de Gusmão projetou uma linha de demarcação provisória. De fato, os plenipotenciários fixaram alguns pontos de direção e linhas, porém estava prevista a necessidade de alterações, na medida em que observações astronômicas com instrumentos científicos fossem realizadas *in loco* e, sobretudo, após a atribuição de uma nova toponímia aos rios e acidentes geográficos percorridos. A nova toponímia deveria ser acordada entre os chefes das expedições militares portuguesas e espanholas e confirmada nos gabinetes de Madri e Lisboa. O livro demonstra que os mitos têm sua razão de ser, e as boas controvérsias retiram o pó acumulado nas estátuas.

Iris Kantor é professora no Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP) e autora de *Esquecidos & renascidos: Historiografia acadêmica luso-americana (1724-1759)*. (Hucitec/Centro Estudos Baianos, 2004).



Assessoria científica

Participação de pesquisadores na formulação de leis e na implementação de políticas públicas constitui oportunidade profissional

A utilização de conhecimentos científicos na tomada de decisões na esfera pública é apontada por especialistas como fundamental para o desenvolvimento social e econômico de um país. Além de entidades setoriais que desenvolvem pesquisas para formular pareceres em diversas áreas, cientistas também podem integrar equipes de trabalho nos poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, participando da formulação, revisão e implementação de leis e políticas públicas.

“Decisões tomadas com base em evidências científicas tendem a ser mais eficientes e assertivas, trazendo benefícios a longo

prazo”, afirma Amâncio Jorge de Oliveira, coordenador-executivo da Escola de Diplomacia Científica e da Inovação (InnScid-SP) e professor do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo (IRI-USP). Além de destacar a relevância que a diplomacia científica tem alcançado nos últimos anos, Oliveira identifica dois modelos possíveis de participação de pesquisadores no campo da política: um mais institucionalizado, em que governos mantêm cientistas como parte de suas estruturas de governança e tomada de decisão, e outro mais informal, como a constituição de comissões temporárias

de cientistas para um evento específico ou a assessoria voltada para determinada situação emergencial. “O Brasil e os demais países da América Latina têm essa tradição de formar comitês temporários, que, apesar de serem importantes, causam impacto menor do que aqueles que estão inseridos na estrutura da administração”, avalia Oliveira. O modelo de participação científica mais responsiva a eventos ganhou evidência com a pandemia da Covid-19. “Os países da Europa e os Estados Unidos já têm esse *staff* científico dentro de seus governos há bastante tempo, o que lhes confere rapidez para criar e harmonizar protocolos de conduta”, completa.

A participação de cientistas na elaboração e revisão de políticas públicas pode ser decisiva para a resolução de questões complexas, sob a responsabilidade de governantes das distintas esferas de poder. “Podemos representar a sociedade com o desenho de um triângulo, em que um dos vértices é formado pela população apontando problemas a serem resolvidos, um segundo pelos cientistas, que buscam soluções para esses problemas, e o terceiro pelos políticos, que contribuem com a produção de políticas públicas”, explica Marcos Buckeridge, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) e coordenador do Programa USP Cidades Globais.

Buckeridge integrou o comitê de organizadores de um workshop de assessoria científica a governos realizado em 2018 pelo Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP). O evento reuniu formuladores de políticas públicas, tomadores de decisão, instituições de pesquisa, sociedades científicas e pesquisadores de diversas áreas do conhecimento e serviu como plataforma para a discussão de modelos de assessoria científica, bem como das habilidades necessárias para trabalhar na interface entre ciência e política. “Verificou-se ali a relevância de se estabelecer um olhar mais voltado para o processo de profissionalização de cientistas que atuam em governos”, resume. “Desde 2016, no USP Cidades Globais somos bastante consultados por governos sobre questões ambientais e urbanas, tidas como urgentes para o desenvolvimento das cidades.”

ASSESSORIA PARLAMENTAR


Contratado em 2013 pela Câmara Municipal de Campinas para atuar como assessor legislativo, o geógrafo Rogério Bezerra da Silva pôde utilizar o conhecimento adquirido em seu mestrado e doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em temas como inclusão digital, direito à cidade e questões ambientais. “Na pós-graduação, analisei o processo de elaboração da política

O que faz um assessor parlamentar


- 1 Orienta, revisa e produz documentos, inclusive ofícios e correspondências
- 2 Redige pronunciamentos públicos
- 3 Desenvolve pesquisa de temas associados ao mandato parlamentar
- 4 Acompanha a produção de outras casas legislativas e publicações relacionadas aos debates do mandato
- 5 Participa da elaboração de leis




A articulação entre ciência e política lança luz ao debate em torno do papel desempenhado pelo conhecimento em momentos cruciais



pública do Polo e Parque de Alta Tecnologia de Campinas e a relação da comunidade de pesquisa com o governo na tomada de decisão sobre a política de ciência e tecnologia”, explica o pesquisador, que desde 2006 integra o Grupo de Análise de Políticas de Inovação (Gapi) do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp.



Se por um lado a experiência de trabalhar como assessor parlamentar contribuiu para aprimorar os conhecimentos obtidos na academia, a vivência como cientista assegurou o repertório para que pudesse agir na elaboração das ações discutidas no mandato. “Durante esses oito anos tive a oportunidade de atuar não apenas como observador, mas de contribuir para a tomada de decisões. A experiência evidenciou, para mim, a relevância da colaboração de cientistas para a construção de propostas na esfera política”, avalia. O envolvimento o levou a criar, em 2015, o Movimento pela Ciência e Tecnologia Pública, com o objetivo de discutir as articulações relacionadas à inovação e ao desenvolvimento científico e tecnológico do país.



A articulação entre ciência e política lança luz ao debate em torno do papel desempenhado pelo conhecimento em momentos cruciais, como o atual, de combate à pandemia. “Situações de crise dessa magnitude constituem-se como prova concreta de que a ciência deve ter posição mais central nas decisões políticas”, afirma Fernando Luiz Abrucio, coordenador da área de educação do Centro de Estudos de Administração Pública e Governo da Fundação Getúlio Vargas (FGVceapg). Ao ressaltar a importância de órgãos governamentais como o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

(Inep) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o cientista político reforça o papel de organizações como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) que contribuem para indicar caminhos.

“A participação de pesquisadores na esfera governamental é importante inclusive para as definições da política científica do país”, afirma.

Doutor em filosofia política pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rodrigo Ponce nunca havia considerado a possibilidade de atuar como assessor parlamentar até ser convidado, em 2018, para fazer parte da equipe de um vereador, em Curitiba. “Para mim foi uma decisão difícil, pois estava há anos me preparando para trabalhar com docência e pesquisa na universidade e a atuação política era um caminho completamente novo”, conta Ponce, que segue assessorando o mesmo parlamentar, agora na Assembleia Legislativa do estado. Apesar de não utilizar diretamente os temas de sua pesquisa acadêmica, Ponce não tem dúvida a respeito da contribuição do conhecimento científico no desempenho da função.

Atuando principalmente na interlocução com os demais parlamentares e suas assessorias, além da revisão e análise de projetos de lei, Ponce coordena a equipe de advogados do gabinete. “Mesmo não sendo da área do direito, minha formação permite que eu colabore com a interpretação das leis a partir de contextos históricos, sociais e econômicos”, afirma. Isso inclui a definição dos caminhos jurídicos a serem adotados em temas essenciais da plataforma do mandato, como meio ambiente, mobilidade urbana, moradia e direitos humanos. “É um trabalho intenso, que requer disposição para acompanhar os assuntos relacionados à política.”

Ainda que considere positiva a vivência como assessor parlamentar, Ponce reforça que nem sempre é possível conseguir a aprovação, na política, de decisões baseadas no conhecimento científico. Como assessor, ele também costuma consultar universidades, pesquisadores e comissões de especialistas em busca de notas e pareceres técnicos sobre diferentes assuntos. Apesar da solidez que grande parte desses dados oferece à tomada de decisões, não é incomum que eles sejam desconsiderados em momentos decisivos. “É preciso lembrar que a política é um espaço de disputa e conflito no qual nem sempre os argumentos são construídos pela lógica”, finaliza. ■ Sidnei Santos de Oliveira

A poesia da ciência

Especialista em fatores de risco para doenças cerebrais e cardíacas, pesquisadora gaúcha integra lista de cientistas do ano do Iarc

Para investigar a complexidade de mecanismos presentes no desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, há 20 anos a neurocientista Angela Wyse tem se dedicado aos estudos da homocisteína, substância tóxica que pode causar danos ao cérebro e ao coração quando se apresenta em níveis elevados no organismo. “Costumo dizer que trabalho com a complexidade do cérebro e como ele lida com algumas substâncias que chegam até o órgão”, explica a coordenadora do Laboratório de Neuroproteção e Doenças Neurometabólicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Wyse, que é professora titular de bioquímica na mesma instituição, acaba de ser escolhida umas das cientistas do ano de 2020 pelo International Achievements Research Center (Iarc), sediado em Chicago, Estados Unidos. “É um prêmio que reconhece o conjunto da produção de cientistas em 23 diferentes áreas do conhecimento”, conta a única brasileira a integrar a lista dessa edição.

Nascida no interior de São José do Norte, no Rio Grande do Sul, Wyse mudou-se para Rio Grande ainda criança. “Por isso me considero rio-grandina”, brinca. Foi no primeiro semestre da graduação em enfermagem e obstetrícia, na

Universidade Federal do Rio Grande (Furg) nos anos 1980, que ela descobriu a bioquímica, área que se tornaria objeto de seu interesse científico. “Eu andava sempre com o livro ‘Lehninger’ nas mãos e logo no início da faculdade já havia decidido que seria professora de bioquímica. Estudei muito”, recorda.

No mestrado, feito na UFRGS, desenvolveu modelos experimentais com ratos para estudo da fenilcetonúria, doença congênita que se caracteriza por deficiência intelectual grave, convulsões e hiperatividade. “Para mimetizar a doença e entender melhor o seu funcionamento, usamos o inibidor de uma enzima chamada fenilalanina hidroxila, deficiente nos pacientes que desenvolvem a enfermidade”, explica. No doutorado, finalizado em 1995 na mesma instituição, Wyse deu continuidade aos estudos da fenilcetonúria, dessa vez mimetizando a doença por meio de inibição da enzima Na, K-ATPase. “Essa é uma enzima muito importante para todas as células. No cérebro, ela ajuda a manter o potencial de repouso das células neuronais, afeta o transporte e regula o volume celular. A Na⁺, K⁺-ATPase também atua na neurotransmissão, sinalização celular e tem um papel importante nos processos de memória.”

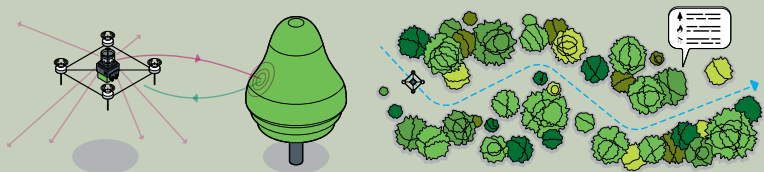
Já como professora da UFRGS, Wyse passou a pesquisar a homocistinúria clássica, doença genética hereditária que se configura por falha inata do metabolismo, que surge a partir da deficiência da enzima cistationina beta-sintetase. “Se não for tratada precocemente, ela pode resultar em déficit mental, infarto do miocárdio ou isquemia cerebral”, explica. No laboratório, a pesquisadora também desenvolve estudos sobre as implicações cerebrais causadas pela redução de hormônios e alterações celulares que ocorrem na menopausa e investigações sobre os efeitos do uso indevido do metilfenidato, medicamento estimulante do sistema nervoso central indicado para tratamento de déficit de atenção.

Além disso, há cerca de uma década Wyse mantém um projeto de difusão científica para crianças de escolas públicas de Porto Alegre, com o desenvolvimento de atividades interdisciplinares envolvendo a neurociência. Nas horas vagas, gosta de escrever poesias. Em 2016, publicou *Neuropoesia* (Editora Tomo). “Costumo dizer que para ser cientista é preciso ter a determinação e a garra de um atleta e a alma de um poeta”, completa, indicando a sensibilidade necessária para o exercício da profissão. ■

S.S.O.



Angela Wyse: homenageada pelo conjunto de sua produção científica



PESQUISA FAPESP
TEM UM NOVO
BOLETIM
INFORMATIVO
**INOVAÇÃO &
EMPRESAS**

Todo mês, uma seleção dos principais conteúdos que publicamos sobre o tema



Fique por dentro do melhor da Ciência, Tecnologia e Inovação

Para receber o boletim, inscreva-se em <http://bit.ly/BoletimPesqFapesp>

